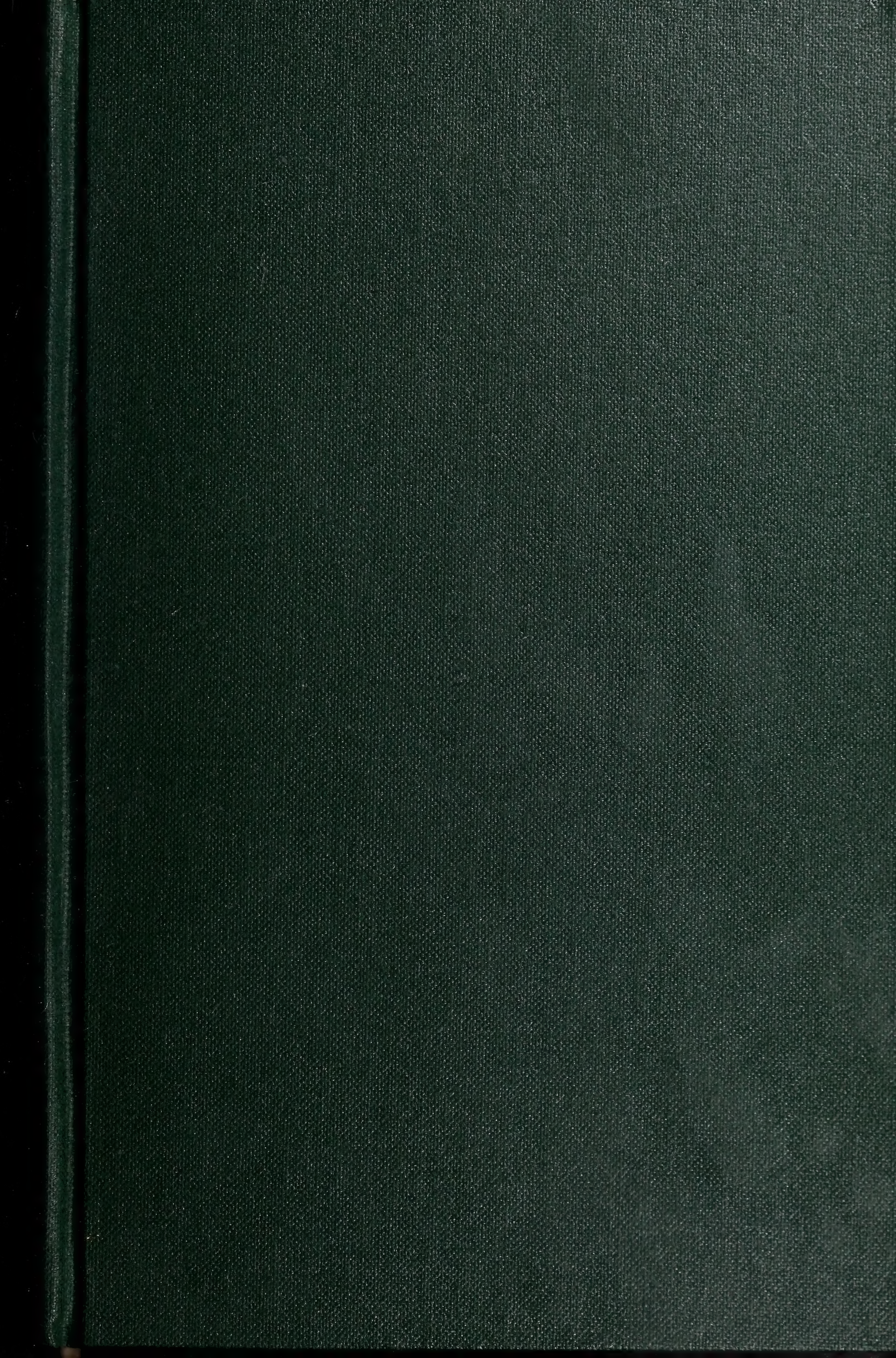
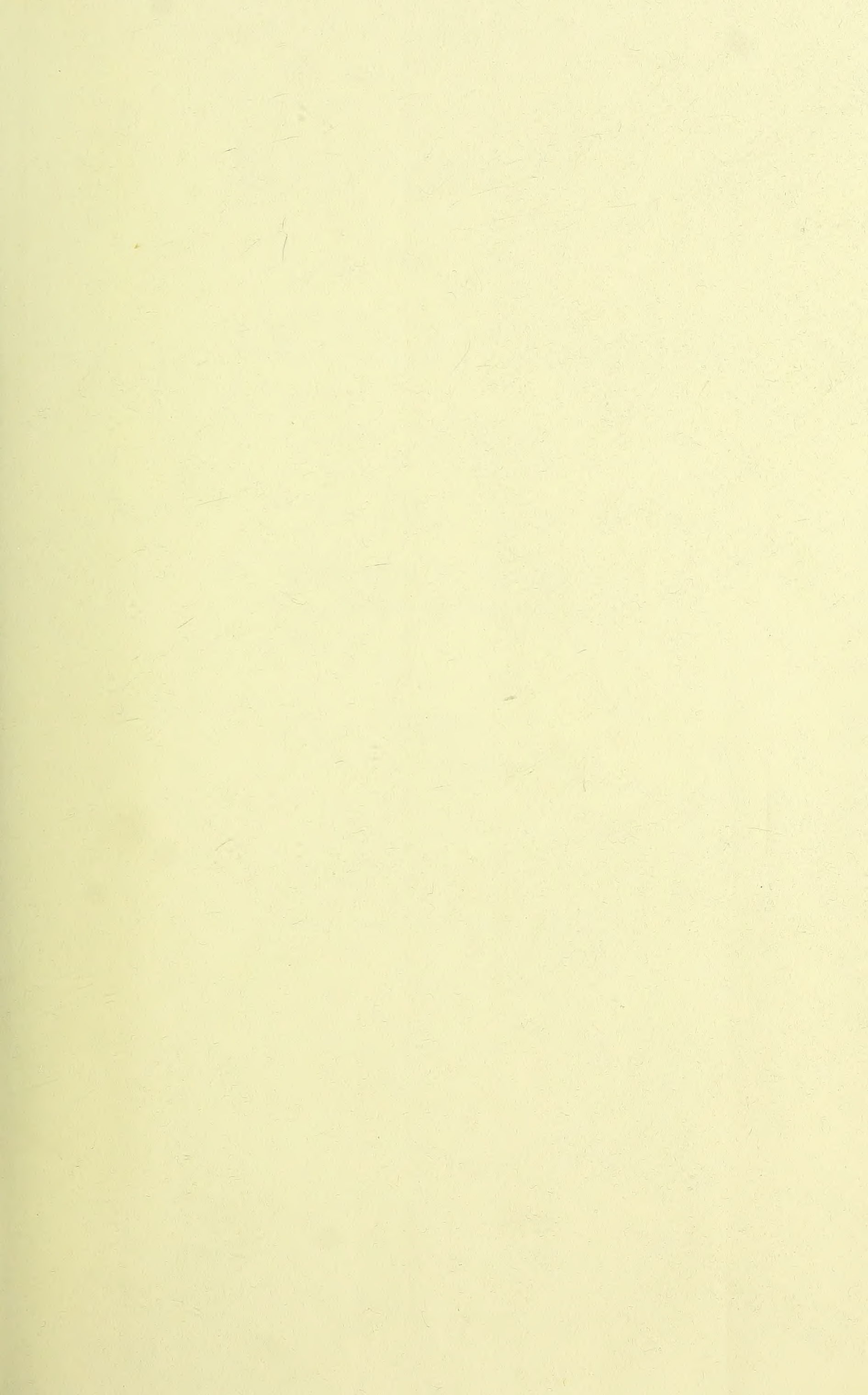
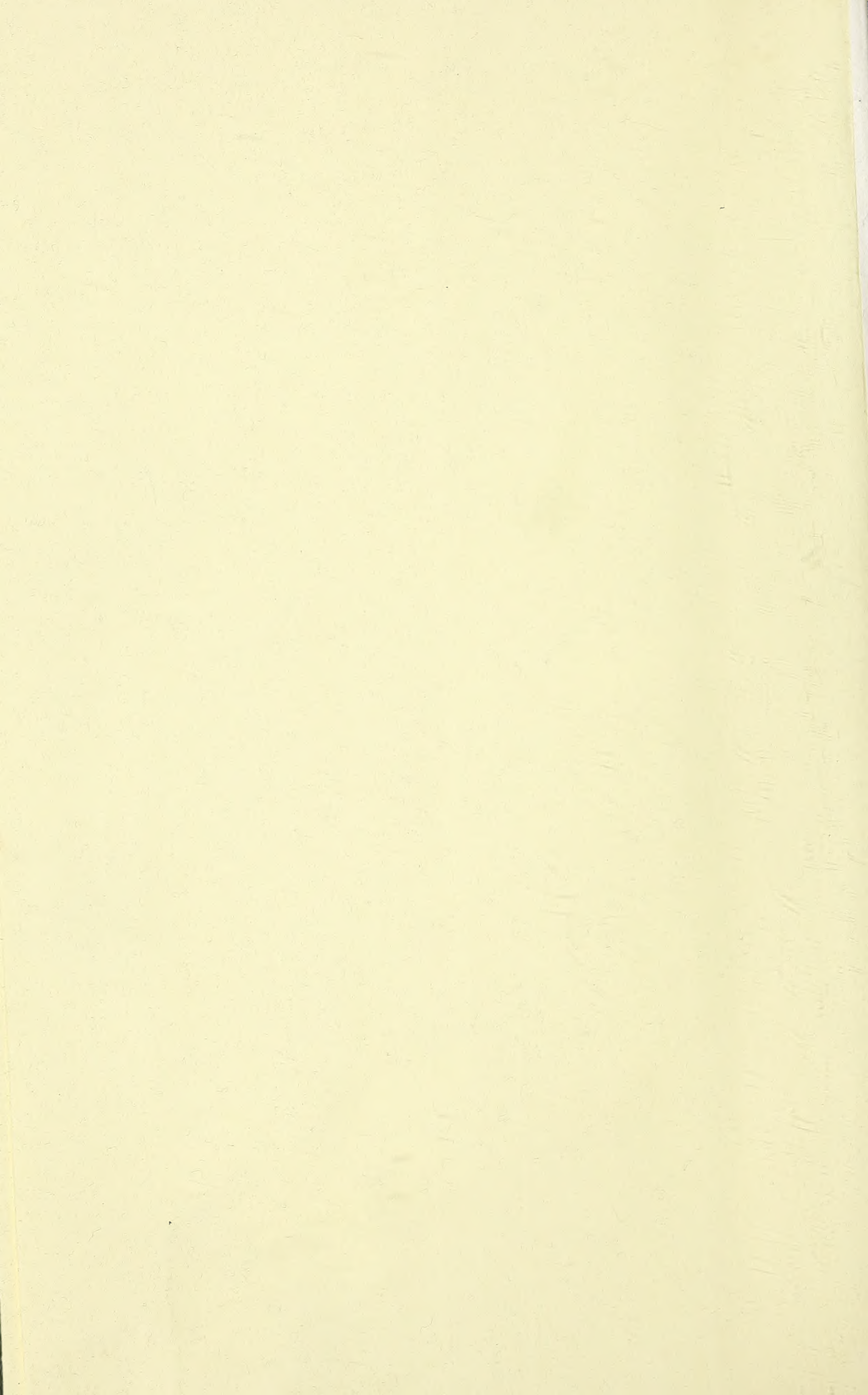






Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

herausgegeben

von

Carl Theodor v. Siebold,
Professor an der Universität zu München,

und

Albert Kölliker,
Professor an der Universität zu Würzburg.



Dreizehnter Band.

Mit 39 Kupfertafeln.

LEIPZIG,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1863.



Inhalt des dreizehnten Bandes.

Erstes Heft.

(Ausgegeben den 15. April 1863.)

Zweites Heft.

(Ausgegeben den 22. Juli 1863.)

Drittes Heft.

(Ausgegeben den 4. September 1863.)

Viertes Heft.

(Ausgegeben den 10. December 1863.)

Ueber die Chylusgefässe der Dünndarmschleimhaut.

Von

Heinrich Frey.

Mit Tafel I und II.

Es dürfte mancher sachkundige Leser bei dem Anblicke des Titels fragen: wozu eine abermalige Arbeit aus einem gerade in der letzten Zeit so vielfach durchmusterten und ausgebeutetem Gebiete?

Allerdings vermögen wir hier nicht gänzlich neue Dinge mitzutheilen, und doch glauben wir nicht ohne alle Berechtigung diesen Aufsatz den Fachgenossen vorzulegen. Wie schon in einer früheren Untersuchung über die Lymphgefässe der Colonschleimhaut (s. dieselbe Zeitschrift Bd. XII, S. 336) bemerkt wurde, haben Lymphinjectionen den Verfasser während des Sommers 1862 vielfach beschäftigt und der Wunsch, dasjenige, was *Hyrtl* und *Teichmann* hier injicirt haben, ebenfalls einzuspritzen, verschaffte, ins Werk gesetzt, bei einiger Ausdauer zahlreiche Präparate, an welchen Altes und Bekanntes bestätigt, Neues geprüft und modificirt werden konnte. Ohnehin fehlen reichlichere naturgetreue Darstellungen der Chylusbahnen im Dünndarm der Säugethiere noch gar sehr, so dass wir es gewagt haben, neben die künstlerisch schönen der *Teichmann*'schen Monographie eigene dilettantenhafte Zeichnungsversuche hinzustellen, um so mehr, als unsere Injectionsmethode (mittelst transparenter kaltflüssiger Massen) und die Aufbewahrung feuchter Objecte in Glycerin denn doch manches besser erkennen lässt, als frühere Hülfsmittel es gestatteten. So theilen wir denn in Folgendem unsere allerdings lückenhaften Beobachtungen über die Lymphbahnen des Dünndarms mit, übergehen aber Alles, was sich auf diejenigen der *Peyer*'schen Drüsen bezieht, noch hier mit völligem Stillschweigen, da dieser Gegenstand einer besonderen, folgenden Bearbeitung überlassen bleibt.

Verfolgt man die Ansichten über die Structur der Dünndärme einige Decennien zurück, so sieht man namentlich das auffallendste ihrer Organe, die Darmzotte, mannichfachen Umänderungen der Anschauungen unterliegen. Mit dem Beginn dieses Jahrhunderts ungefähr verloren die

Zotten die Oeffnung der Spitze, welche älteren Physiologen zur Resorption des Speisebreies so unentbehrlich geschienen hatten. Von da an beginnen nun die einfachen blindgeschlossenen Chylusanfänge innerhalb jener sich mehr und mehr geltend zu machen, allerdings unter mannichfachen Widersprüchen von andern Seiten.

So hat die netzartige Anordnung der Chylusgefässe seit längerer Zeit ihre Anhänger gefunden und die Injectionen der Gegenwart lehren, dass jede dieser beiden Ansichten ihre Berechtigung hat, keine aber in ihrer Ausschliesslichkeit richtig genannt werden kann.

Die Beobachtungen vitaler Contractilität der Darmzotten, zusammenfallend mit glatten Muskeln in denselben, die Erkennung eines eigenthümlichen Baues der sie bekleidenden Epithelialzellen waren wichtige Erweiterungen des Wissens.

In einem umsichtig gearbeiteten Aufsatze hat *Brücke*[1]) im Jahre 1854 den Darmzotten ein mit besonderer Membran versehenes Chylusgefäss ganz abgesprochen und dasselbe nur als wandungslosen, der Zottensubstanz eingegrabenen Canal erklärt. Als Bemühungen, diese Auffassung zu stützen und zu erweitern, sind die vor einiger Zeit gemachten Angaben *Heidenhain's*[2]) und die neuesten *Recklinghausen's*[3]) zu betrachten, wonach die Chylusmoleküle auf ihrem Wege zum Axencanal der Zotte die Höhlensysteme der dem Zottengewebe zukommenden Bindegewebskörperchen passiren sollten.

Auch die Wege des Chylus durch die eigentliche Schleimhaut hat der Wiener Physiologe genauer verfolgt und vieles, wie sich ergeben wird, trefflich erfasst.

Die umfassenden Arbeiten *Teichmann's*[4]) aus neuester Zeit sind wohl allgemein bekannt. Zum erstenmale erhalten wir genaue, auf die künstliche Injection der Chylusbahnen gestützte Angaben über die Säugethierdarmzotten. Sie bringen viel Richtiges, aber auch manches Irrthümliche. Die Injection allein, ohne Beachtung des Gewebes, kann hier nicht das letzte Wort reden, und die von diesem Forscher so geringschätzig behandelten Versuche früherer Beobachter, durch die Beobachtung der Chylusresorption sich eine Anschauung der betreffenden Bahnen zu verschaffen, haben in manchen Punkten Richtigeres zu Tage gefördert, als die künstliche Injection jenes Anatomen (dessen grosse Verdienste um die Kenntniss des Lymphsystemes wir im Uebrigen gern anerkennen).

Während *Teichmann* überall Lymphgefässe in der Schleimhaut des

1) *Brücke*, Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus, in den Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. 6. S. 106.

2) In *Moleschott's* Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen. Bd. 4. S. 251.

3) *Recklinghausen*, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin, 1862. S. 79 etc.

4) *Teichmann*, Das Saugadersystem vom anatomischen Standpunkte. Leipzig, 1861. (besonders S. 74—92.)

Dünndarms annimmt, ist kürzlich ein umsichtiger Beobachter, *His*[1]), statt ihrer zur Aufstellung im Bindegewebe verlaufender und nur vom Bindegewebe eingegrenzter Chylusräume oder »Schleimhautsinus«, wie er sie nennt, gelangt.

Auch das Gewebe der Schleimhaut selbst, sowie dasjenige der Darmzotten hat in neuerer Zeit mannichfache Durchmusterungen und Untersuchungen erfahren. Schon *Brücke*[2]) hat das lockere Gefüge letzterer vergeblich auf seine Textur geprüft; ebenso *Donders*[3]).

Genauer auf dasselbe ist namentlich *His* in der eben erwähnten Untersuchung eingetreten. Ausgehend von der richtigen (auch von Andern schon vorher beobachteten) Thatsache, dass sowohl das Balkennetzwerk des *Peyer*'schen Follikels, wie die in dessen Maschenräumen gelegenen Lymphkörperchen sich stellenweise continuirlich fortsetzen in das Schleimhaut- und Zottenbindegewebe, gelangt er einmal dahin, die letztere Zellenformation sowohl im Innern der Zotten, wie zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen der Mucosa anzunehmen, — wo sie frühere Beobachter meistens als rundliche, granulirte, kernartige Körperchen beschrieben hatten —, als auch ferner das Schleimhaut- und Zottengewebe demjenigen »lymphoider« Follikel wesentlich gleich hinzustellen. So kommt er dazu, eine »adenoide« Substanz der Zotte und Mucosa als Grundmasse zu vindiciren, »welche die wesentlichen Eigenschaften der Lymphdrüsensubstanz besitzt und daher mit dieser in eine Reihe zu stellen ist.« Es besteht nämlich das fragliche Gewebe aus einem mehr oder minder dichten Netzwerk feiner Bindegewebsbalken oder verzweigter Zellen, die, an die Blutgefässe sich anschliessend, ein Gerüste bilden, in dessen Maschen lymphkörperchenartige Zellen eingelagert sind.[4])

Dieses »adenoide« Gewebe des Darms hat dann bereits, wie wir glauben etwas zu rasch, *Kölliker*[5]) als »cytogene Bindesubstanz« in die

1) *His*, Untersuchungen über den Bau der *Peyer*'schen Drüsen und der Dünndarmschleimhaut. Leipzig, 1862. (Separatabdruck aus der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 11. Heft 4.)

2) a. a. O. S. 105.

3) S. dessen Physiologie des Menschen. *Theile*'sche Uebersetzung. 1. Aufl. Leipzig, 1856. S. 306.

4) a. a. O. S. 23. — *His* (S. 25) stellt sich die Frage: »wie gelangen die Körperchen des adenoiden Schleimhautgewebes bis in die Chylusbahnen?« denn er glaubt, dass die gesammte adenoide Substanz des Darmes, die der Follikel nicht minder als die des Zottenparenchyms und des interglandulären Gewebes die Stelle der Blutkörperchenbildung übernehmen kann, d. h. dass die Zellen, die in ihr liegen, nicht die Bestimmung haben, in ihr liegen zu bleiben, sondern zunächst in die Chyluswege und durch diese in die Gesammtcirculation zu gelangen. Am meisten scheint ihm (wenn gleich die Injectionsresultate damit nicht stimmen) die Meinung für sich zu haben, dass das den Chyluscanal begrenzende Bindegewebe nicht vollkommen schliesse, so dass bei Ausdehnungszuständen der Durchtritt möglich sei. Wir hoffen zu zeigen, wie trefflich diese Wand schliesst und dass die betreffenden Zellen normal gar nicht in die Circulation gelangen.

5) Handbuch der Gewebelehre. 4. Aufl. Leipzig, 1862. S. 70.

neue Auflage seiner Gewebelehre aufgenommen. Genauere Prüfung lehrt nämlich, dass es keineswegs immer die wesentlichen Eigenschaften der Lymphdrüsensubstanz besitzt. Einiges haben wir schon früher kurz mitgetheilt.[1]) Hier mögen nun die genaueren Angaben folgen.

Die Methode, welcher wir uns bei der Untersuchung bedienten, war die zur Zeit übliche. Der frische Darm, bald mit, bald ohne vorherige Injection, wurde in Alkohol so lange erhärtet, bis er einem scharfen Rasirmesser feine Schnitte gestattete. Die in dieser Weise gewonnenen Objecte wurden dann bald in geringerem, bald in höherem Grade vorsichtig ausgepinselt. Als ein passendes Unterstützungsmittel wandten wir häufig die *Gerlach*'sche Carmintinction an. Als Zusatzflüssigkeit bedienten wir uns theils des reinen, theils des mit Wasser in beliebigem Grade versetzten Glycerins.

Gehen wir nun zur speciellen Erörterung der Ergebnisse über.

Der Dünndarm des Schafs empfiehlt sich zu derartigen Untersuchungen ganz besonders. Durchmustert man einen Horizontalschnitt durch die Randpartie eines *Peyer*'schen Drüsenhaufens, wie sie im unteren Theile des Ileum in Menge vorkommen, so sieht man das Trabekelgerüste des Follikels unter dem bekannten Bilde. Fasern von 0,00125—0,00083''' Dicke verbinden sich zu einem Netzwerke theils rundlicher, theils polygonaler, 0,0125 und 0,01—0,00625''' messender Maschen. In vielen der Knotenpunkte des Netzgerüstes lehrt namentlich die Carmintinction das Vorkommen eines kleinen rundlichen oder länglich runden Kernes. Erfüllt werden die Maschenräume des somit zelligen Netzgerüstes von einer Anzahl bald grösserer, bald kleinerer Lymphkörperchen, welche in nichts von den gleichen Gebilden anderer Organe abweichen.

Wie *His* in seiner Arbeit richtig bemerkt hat, treten von der Peripherie des Follikels in bald geringerer, bald grösserer Anzahl strangartige verbindende Brücken mitten durch den lymphatischen Umhüllungsraum jenes in das benachbarte, angrenzende Schleimhautgewebe herüber. In der Aequatorialzone des Follikels (um diesen Ausdruck hier anzuwenden) geht das Gewebe des einen Follikels oft in voller Breite in dasjenige eines andern benachbarten über. Zahlreiche querdurchschnittene *Lieberkühn*'sche Drüsen treten, in kreisförmiger Stellung den Follikel umziehend und ihn so bezeichnend, an solchen Stellen auf.

Wie verhält sich nun das Gerüste an beiderlei Localitäten?

Schon die erste Beobachtung lehrt, dass jenes die continuirliche Fortsetzung des Follikelgerüstes darstellt und namentlich in den zuletzt erwähnten verbindenden Schichten keinerlei Differenzen irgend erheblicher Natur erkennen lässt, wie Taf. I, Fig. 3 *b* zeigen kann. Denn dass die Maschen häufig schmäler als im Follikel selbst und überhaupt un-

[1]) *A. Schärtl*, Einige Beobachtungen über den Bau der Dünndarmschleimhaut. Zürich, 1862. Diss.

regelmässiger erscheinen, ist bei der so weichen Beschaffenheit des Schleimhautgewebes ohne Belang. Schon etwas mehr modificirt zeigt sich das Gewebe in den strangartigen Brücken ersterer Art mit lang gezogenen Maschen und einer nicht mehr als netzartig durchbrochen zu erkennenden Oberfläche. Letzteres ist übrigens auch bei der die *Lieberkühn*'sche Drüse begrenzenden Randschicht unseres Gewebes der Fall.

Es kann somit schon hier das Gewebe nicht mehr als ein demjenigen des Follikels völlig identisches, sondern nur noch als ein jenem höchst ähnliches bezeichnet werden. Dagegen sieht man die Zelleninfiltration des letzteren in beiderlei angrenzende Stellen der Mucosa sich fortsetzen, sodass hierauf hin für das extrafollikuläre Schleimhautgewebe die Existenz der Lymphkörperchen nicht in Abrede zu stellen ist (Taf. I, Fig. 3 *c*).

Man könnte also soweit die Existenz eines »adenoiden« Schleimhautgewebes nach der Bezeichnung von *His* zugeben.

Indessen entfernt man sich etwas weiter von dem *Peyer*'schen Follikel, so sieht man, wie der histologische Charakter der Schleimhaut sich mehr und mehr verändert. Zwischen den Querschnitten hier befindlicher *Lieberkühn*'scher Drüsen werden die Balkennetze mehr und mehr unregelmässig (Taf. I, Fig. 4), unbestimmter, einzelne Bindegewebsfibrillen treten unverzweigt verlaufend auf kürzere Strecken aus der Masse hervor oder man begegnet einer mehr unbestimmten, nicht mehr durchaus faserig erscheinenden Substanz. Fig. 5 unserer ersten Tafel stellt eine häufige Erscheinungsform des Schleimhautbindegewebes bei *a* und *b* dar. In dem weichen lockeren Gewebe jedoch werden auch hier die Interstitien von Lymphzellen in bald geringerer, bald grösserer Menge erfüllt (*d*).

Gewisse Stellen sind für die wechselnde Natur unseres Schleimhautgewebes besonders bezeichnend. Um die (im Diameter 0,01917, 0,02554—0,03195''' betragenden) *Lieberkühn*'schen Drüsen herum erscheint das letztere, wie schon bemerkt, zu mehr homogener membranöser Schicht verdichtet (Taf. I, Fig. 5 *e*). Concentrisch um den Drüsenquerschnitt pflegen einzelne schmälere (0,00071—0,00107''' in der Dicke und 0,005—0,00667''' in der Länge messende) Kerne vorzukommen, wie sie dem Trabekelgerüste des Follikels nicht angehörig sind (Taf. I, Fig. 5 *c*, auch Fig. 4 *b*).

Stellenweise, namentlich gegen die Oberfläche stärkerer Blutgefässe hin, gewinnt unser Schleimhautgewebe wiederum ein verändertes Ansehen. Man bemerkt hier deutlich einen fibrillären Bau, die wellenförmigen Faserbündel eines gewöhnlichen Bindegewebes. Gruppen *Lieberkühn*'scher Schläuche werden ganz gewöhnlich im Ileum des Schafes durch breitere Brücken des Schleimhautgewebes von benachbarten Ansammlungen geschieden (Taf. I, Fig. 2 *b*). In dem trennenden Gewebe (*a*) begegnet uns der nämliche fibrilläre Charakter; ebenso um die deutlich zu erkennenden, die Schleimhaut durchziehenden Chyluswege (*c*), deren

Wandung im Uebrigen nur von der membranartig verdichteten Grenzschicht des Bindegewebes hergestellt wird, ganz in der gleichen Weise, wie wir es in einer früheren Arbeit[1] für die Lymphwege des Colon angegeben haben.

Die eben geschilderten Texturverhältnisse sind für die Natur des Bindegewebes überhaupt nicht ohne Interesse. Sie zeigen räumlich neben einander in geringen Entfernungen die eine Varietät des Bindegewebes in eine zweite und dritte übergehend, Dinge, welche die pathologische Gewebelehre zeitlich nach einander bekanntlich dargethan hat.

Indessen ist man nach dem Angeführten noch berechtigt, die Dünndarmmucosa ein adenoides Gewebe zu nennen? Wir glauben die Frage verneinen zu müssen, wenn wir uns der Textur des *Peyer*'schen Follikels, des Milzkörperchens und der Lymphdrüsenalveole erinnern. Das Gewebe der Schleimhaut ist unverkennbar ein ähnliches, aber nicht mehr dasselbe. Nur im *Peyer*'schen Follikel und höchstens noch dessen allernächster Umgebung erscheint es für uns als ein solches; etwas entfernter davon kann es allein noch als ein nahe verwandtes bezeichnet werden. Wie es im Dickdarm sich weiter modificirt und im Magen in ganz gewöhnliches Bindegewebe auslaufend sich gestaltet, ist bereits in dem vorhin erwähnten Aufsatze angegeben worden.

Was die Darmzotten des Schafs betrifft, so überzeugt man sich an passenden Vertical- oder Schiefschnitten leicht von dem continuirlichen Uebergang ihres Gewebes in die zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen gelegene Substanz. Nach demjenigen, was wir gesehen, trägt auch das Zottengewebe denselben unbestimmt und unregelmässig netzartigen Charakter mit homogener, membranöser Verdichtung nach aussen, sowie nach innen gegen die bald einfachen, bald complicirten Chyluswege hin. So deutlich netzartig, wie *His* die Darmzotte eines Kalbes (a. a. O. Taf. I, Fig. 4) zeichnet, wollte uns das Zottengewebe nirgends erscheinen. Die Menge der in der Darmzotte eingebetteten Lymphkörperchen ist im Uebrigen für das Schaf, wie die Säugethiere überhaupt, eine recht beträchtliche zu nennen. — Ueber die Muskelzellen und das Epithel der Darmzotte können wir hier mit Stillschweigen weggehen; dagegen fügen wir noch ein paar Worte über Stellung und gröberen Bau der ganzen Gebilde hinzu. In den von uns benutzten unteren Partieen des Ileum waren die Zotten mit ihren verbreiterten Basen überall netzförmig zusammengeflossen und grenzten so rundliche oder stumpf polyedrische Räume von $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{15}$''' Durchmesser ein. In den so gebildeten Gruben mündeten dann die Gruppen der *Lieberkühn*'schen Drüsen, deren wir schon oben bei dem tieferen Horizontalschnitt gedacht haben, aus. Die aus der Netzfalte sich erhebenden freien Darmzotten waren mehr oder weniger abgeplattet, von bald geringerem, bald grösserem Quermesser. Ihre

1) S. diese Zeitschrift Bd. XII, S. 343.

Höhen fanden wir an in Weingeist erhärteten und also geschrumpften Exemplaren von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{5}'''$ im Mittel variirend.[1]

Die von uns zur Beobachtung benutzten Schafdärme waren vorher nach der *Hyrtl-Teichmann*'schen Methode mittelst kaltflüssiger Massen injicirt worden. Wenn nun auch die ersten dieser Einspritzungen nicht brillant ausfielen, so dass wir auf ausführlichere bildliche Darstellungen verzichtet haben, so genügten sie doch, die Chyluswege genau zu erkennen; später haben wir dann treffliche Injectionen erhalten.

Für die Darmzotten des betreffenden Thieres gelangten wir im Allgemeinen zu ähnlichen Resultaten, wie sie *Teichmann* in viel ausreichenderer Weise geschildert und mit mehreren schönen Zeichnungen illustrirt hat. Bald findet sich nur eine einfache, die Axe der Zotte durchziehende Chylusbahn bis 0,02 und 0,025''' Stärke (Taf. I, Fig. 1 *c*); häufiger kommen zwei (*a*) oder mehrere (*b*) verschieden starke Längsstämme vor, welche nach oben im Spitzentheil der Zotte schleifenartig in einander übergehen und in ihrem Verlaufe nach abwärts durch quere Bahnen netzartig communiciren. Die Darmzotten des Schafes gewinnen hierdurch ein eigenthümlich complicirtes, bei andern Säugethieren nur ausnahmsweise auftretendes Ansehen. Schon die wenigen Zeichnungen unserer ersten Figur können hiervon eine Vorstellung gewähren und weitere bildliche Darstellungen findet der Leser bei *Teichmann*.

Unter den Basen der Darmzotten entsteht durch die Verbindung der ausgetretenen Chyluscanäle um Gruppen *Lieberkühn*'scher Drüsen herum ein horizontal ausgebreitetes Netz ziemlich weiter Chyluswege. Von diesem treten ebenfalls starke Bahnen mehr oder weniger senkrecht nach unten gegen die Grenze von Schleimhaut und Submucosa hin, um in das hier befindliche höchst dichte Netzwerk sehr weiter Chylusgefässe sich einzusenken. Ueber diesen Theil dürfen wir einfach auf die *Teichmann*'schen Angaben verweisen, denen wir nichts Neues hinzuzufügen haben. Höchst merkwürdig erscheint bei dieser colossalen Entwickelung des horizontalen Netzwerkes der obere an die Schleimhaut angrenzende Theil der Submucosa. Es ist eben nichts anderes als eine Ausbreitung in gedrängtester Stellung stehender und nur durch schmale Septen von Bindegewebe getrennter Chylusgefässe.

Sehen wir uns nun noch an Horizontalschnitten das oberflächliche, unter den Zottenbasen gelegene Netz der Chyluswege etwas genauer an. Dieselben, 0,005, 0,015—0,02 und 0,025''' weit, bilden ein Netzwerk rundlicher oder eckiger Maschen (Taf. I, Fig. 2 *c*). Die eingegrenzten Felder messen ziemlich wechselnd 0,1—0,05''' und friedigen eine bald geringere, bald grössere Zahl von Drüsenmündungen (3—6 im Mittel) ein. Keinerlei Untersuchungsmethode lässt an diesen Chylusbahnen, ebenso-

[1] Man vergl. auch *Teichmann* a. a. O. S. 80.

wenig als eine Epithelialbekleidung[1]), eine specifische Gefässwand entdecken, wie sie den im submucösen Gewebe gelegenen Lymphgefässen zukommt. Der Strom ist somit, wie schon bemerkt, nur durch das membranös verdichtete Bindegewebe der Nachbarschaft eingegrenzt. Diese Eingrenzung ist indessen eine so vollkommene, dass sie physiologisch dasselbe leistet, wie die specifische, vitaler Contractilität entbehrende Wand eines Blutcapillargefässes. Demnach (und alles, was wir an Chylusbahnen bei Säugethieren bisher injicirt haben, gab ausnahmelos das gleiche Resultat) dringt auch von den feinkörnigsten Injectionsmassen, wie dem *Beale*'schen Blau und Carmin, kein Korn in das angrenzende Schleimhautgewebe ein. Indem diese feinsten Moleküle der eingespritzten Gemische somit die Wandschicht der Bahn nicht zu durchdringen vermögen, wird mit Nothwendigkeit für die den Farbemolekülen gegenüber riesengrossen Lymphkörperchen dasselbe sich ergeben; sie werden nicht im Stande sein, unter normalen Verhältnissen in Chylusbahnen zu gelangen, vielmehr als von letzteren durchaus geschieden betrachtet werden müssen. — Ueber die Fettresorption im Dünndarm des Schafes besitzen wir keine eigenen Erfahrungen; auch *Brücke* hat uns nichts in seiner Arbeit darüber berichtet.

Nach diesen Angaben über die Dünndarmschleimhaut des Schafes wenden wir uns zu derjenigen des Kalbes, wo wir eine reichliche Anzahl vollständig gelungener Lymphinjectionen zur Disposition hatten. Fig. 6—11 der ersten Tafel werden einen Theil der hier zu erörternden Verhältnisse dem Leser versinnlichen können.

Vergleicht man das Ileum des Kalbes (in Zürich werden stets ältere Thiere als in Deutschland geschlachtet) mit demjenigen des Schafes, so fällt zunächst die ansehnlichere Dicke der Mucosa auf. Diese misst ohne die Zotten etwa $1/5'''$. (Vergl. Taf. I, Fig. 6*b* und Fig. 7*b*.)

Noch beträchtlicher ist die Verschiedenheit im Bau und der Stellung der Zotten. Dieselben stehen dicht gedrängt, eine neben der anderen (Taf. I, Fig. 6 und 7 *a*, *a*) und zeichnen sich durch viel längere, schlankere und zwar im Allgemeinen cylindrische Gestalten aus. Exemplare von $1/3'''$ Länge bilden vielleicht das gewöhnlichste Vorkommniss. Andere erreichen noch ansehnlichere Dimensionen bis zu $1/2'''$ und mehr. Hier und da erlangt einmal mitten unter einem Walde gewöhnlich langer Zotten eine einzige eine ganz colossale Grösse. So besitze ich ein Injectionspräparat mit einer Darmzotte, die bei einer Länge von fast $2/3'''$ thurmartig die Spitzen der ganzen Gesellschaft überragt. Nach unten pflegen die Zotten des Kalbes mehr oder weniger mit rundlichem oder länglich

[1]) Die Angaben *Recklinghausen's* (a. a. O.), welcher allen Lymphwegen ein Epithelium vindicirt, müssen verdächtig erscheinen. Keinerlei Untersuchung zeigte uns für Dünn- und Dickdarm etwas derartiges. An Präparaten, wo alle Epithelien der Darmschleimhaut (d. h. die der *Lieberkühn*'schen Drüsen und Blutgefässe) durch roth gefärbte Kerne heraustraten, blieb die Chylusbahn von Zellenbekleidung stets frei.

rundem Querschnitte (Taf. I, Fig. 9 *a*, *b*) in das Schleimhautgewebe überzugehen, obgleich man auch andern Formen begegnet.

Die Schleimhaut zeigt in gedrängtester Stellung die schlanken, gerade verlaufenden *Lieberkühn*'schen Drüsen (Taf. I, Fig. 7 *b*), an denen es uns hier im Uebrigen eben so wenig als an andern Dünndärmen hat gelingen wollen, eine besondere, vom Schleimhautgewebe verschiedene Membrana propria zu erkennen. Die Länge jener fanden wir 0,1625—0,175'''. Die unter ihnen befindliche Muscularis mucosae hat eine mittlere Dicke von 0,0175'''.

Das Bild dagegen, welches die Schleimhaut des Kälberdarms auf Horizontalschnitten gewährt, fällt demjenigen des Schafes sehr ähnlich aus. Von den *Peyer*'schen Drüsen ausgehend, erkennt man auch hier unter günstigen Umständen in nächster Umgebung das gleiche netzförmige Gewebe, welches wir für das Schaf oben geschildert und auf Taf. I, Fig. 3 abgebildet haben. Auch hier erscheint von diesen Stellen an der Reichthum lymphatischer Zellen im Schleimhautgewebe als ein sehr beträchtlicher, so dass die Interstitien zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen von jener Zellenformation oft ganz dicht erfüllt getroffen werden (Taf. I, Fig. 10. 11 *a*, *a*).

Während nun an günstigen Pinselpräparaten das netzförmige Ansehen der Gerüstesubstanz in unmittelbarer Nachbarschaft der Follikel auf das Schönste und Schärfste hervortritt, ändert sich dann abermals bald, oft in geringer Entfernung, nach der für das Schaf angegebenen Weise die Scene. Das Schleimhautgewebe wird ein anderes, weniger netzförmiges und mehr fibrilläres; die Lymphzellen können dann minder reichlich über einzelne Strecken verbreitet sein. Stellenweise — und mitunter auffallend genug gerade in nächster Nachbarschaft des den *Peyer*'schen Follikel umziehenden lymphatischen Umhüllungsraumes — tritt die fibrilläre Form des Schleimhautbindegewebes so auffallend hervor, dass feste dicke Faserbündel die Querschnitte hier gelegener *Lieberkühn*'scher Drüsen trennen und Lymphzellen an derartigen Localitäten ganz fehlen können. Es ergeben sich so — und die Beobachtung ist nicht ohne Interesse für die Natur der verschiedenen Bindegewebeformen — auf kleinem Flächenraume neben einander drei Varietäten des betreffenden Gewebes die »adenoide«, die fibrilläre und eine beide Extreme verbindende Mittelform.

Beobachtet man einen tieferen Stellen der Schleimhaut entnommenen Horizontalschnitt, so ist die Gruppirung der *Lieberkühn*'schen Drüsen eine ähnliche, wie beim Schafe.

Die Durchschnitte derselben (Taf. I, Fig. 11 *b*), 0,01532, 0,01796—0,02040''' und mehr messend, werden durch bindegewebige Brücken von 0,00255 und 0,00383—0,00639 und 0,00766''' Breite geschieden. Um eine bald geringere, bald grössere Zahl der letzteren treten stärkere bindegewebige Einfriedigungen auf und im Innern derselben, bald voll-

ständigere Ringe, bald unvollkommene bogenartige Züge bildend, bemerkt man die 0,00510 und 0,00639—0,00898''' weiten Chylusbahnen (*c*). Die Grösse der von ihnen eingegrenzten Felder mag im Mittel 0,05109—0,07663''' betragen. Noch tiefere, der Muscularis mucosae ganz nahe gelegte Horizontalschnitte ändern wenig in dem Bilde der Drüsen und des sie beherbergenden Schleimhautbindegewebes. Letzteres bleibt lymphzellenführend, wie in den oberflächlichsten Lagen. An guten Verticalschnitten bemerkt man dem entsprechend auch die Lymphkörperchen den blindsackigen Endtheil der *Lieberkühn*'schen Drüsen umziehend (Fig. 7). Die Gestalt der Chylusbahnen ist aber eine andere geworden, was sich am besten aus der folgenden Beschreibung injicirter Objecte ergeben dürfte.

Nach aufwärts, d. h. gegen die Zottenbasis hin, geführte Horizontalschnitte der Schleimhaut zeigen die *Lieberkühn*'schen Drüsenöffnungen durch ähnliche, oft aber unregelmässigere und nicht selten breitere Interstitien eines an Lymphkörperchen recht reichen Bindegewebes getrennt (Taf. I, Fig. 10). Es fehlen aber die bogen- oder ringartig laufenden Chyluswege und statt jener Formen begegnet man ihnen in Form getrennter rundlicher oder länglicher Oeffnungen (*d*, *d*). Höchst instructive Bilder ergeben die bei solchen Präparaten häufig vorkommenden Querschnitte von Grundtheilen der Darmzotten (*c*, *c*). Man sieht von einem solchen Querschnitt in eigenthümlicher Art mehr radienartig Bindegewebezüge zwischen Drüsenöffnungen abgehen, wie unsere Zeichnung leicht versinnlichen dürfte, und im Innern der quergetroffenen Zotte erscheint als ein ansehnlich weiter, bis zu 0,03832 und 0,05109''' messender Raum, bald in mehr rundlichem, bald in mehr stumpfeckigem Ansehen der Chyluscanal der Zotte. Taf. I, Fig. 10 zeigt links und unten bei *c* den Querschnitt einer Darmzotte, wo neben einem grösseren Chylusgang noch ein zweiter viel engerer als seltene Ausnahme erscheint. Auch beim Kalbe behält das Darmzottengerüst den grossen Reichthum an Lymphzellen und erscheint an gut ausgepinselten Objecten unter einem ganz ähnlichen Ansehen, wie wir es oben für das Schaf geschildert haben (vergl. Taf. I, Fig. 10 *c*; auch Fig. 9).

Gehen wir jetzt über zur Schilderung der Chylusbahnen in der Dünndarmschleimhaut des uns beschäftigenden Thieres.

Injectionen sind uns beim Kalbe verhältnissmässig leicht und wenigstens an zwanzig verschiedenen Stellen geglückt. Am leichtesten erfüllen sich die *Peyer*'schen Drüsenhaufen und die über und unmittelbar neben diesen stehenden Darmzotten. Letztere sind aber an solchen Localitäten nicht allein beim Kalbe, sondern auch bei anderen Säugethieren, keineswegs immer in dem einfachen typischen Ansehen des übrigen Dünndarms, sondern häufig auch in complicirteren Gestalten erscheinend. Wir werden desshalb hier wie in der ganzen Arbeit von solchen umgewandelten Darmzotten mit verwickelteren Chylusbahnen ab-

sehen, um so mehr, als eine andere Untersuchung, welche die Lymphbahnen der *Peyer*'schen Drüsen behandelt, unmittelbar diesem Aufsatze nachfolgt.

Aber auch für die gewöhnlichen Stellen der Schleimhaut des Ileum gelingt die Einspritzung bei einiger Ausdauer mittelst kaltflüssiger Massen sehr schön; meistens allerdings nur für kleinere, einen oder ein paar Quadratcentimeter betragende Flächen, dann aber so vollständig, dass kaum eine Zotte unerfüllt bliebe.

Taf. I, Fig. 6 stellt einen möglichst getreu gezeichneten Verticalschnitt einer solchen Localität bei schwacher Vergrösserung dar.

Erinnert man sich des beim Schafe Beobachteten, so fällt vor allen Dingen die grosse Regelmässigkeit und Einförmigkeit der Chylusbahn in der Darmzotte auf (*a*). Das schlanke cylindrische Gebilde beherbergt einen ganz ähnlich geformten, im Verhältnisse zur Zotte weit zu nennenden Chyluscanal. Seine Breite beträgt im Mittel 0,01277—0,03194''', so dass die ihn deckende Lage von Zottengewebe eine mittlere Mächtigkeit von 0,00383—0,01020''' besitzt. Nach oben gegen das blinde Ende der Darmzotten zu fand ich viele Chyluscanäle beim Kalbe nicht ampullenartig erweitert, sondern im Gegentheil etwas verengt. Es können dieses mehrere Darmzotten der Taf. I, Fig. 6, ebenso die der Fig. 8 *a*, *b* versinnlichen. Andere bleiben bis zu ihrem Fundus ähnlich geräumig, wie Taf. I, Fig. 7 zeigt. Das blinde Ende des Chyluscanales ragt im Uebrigen hoch in die Zottenspitze und zwar fast regelmässig hinauf.

Nach abwärts zu gestaltet sich der Quermesser jenes (möglicherweise durch die Einfüllungsgrade bestimmt), in dreifacher Art. Er kann gleich weit bleiben (wie z. B. die meisten Zotten der Taf. I, Fig. 7 erscheinen); es kann sich gegen die Basis der Darmzotte hin die Chylusbahn erweitern (Taf. I, Fig. 8 *a*, *b*, *c*); es kann endlich eine Verengerung, bald in geringerem, bald in höherem Grade hier erscheinen (Taf. I, Fig. 6 an mehreren Stellen).

Teichmann (a. a. O. S. 80) berichtet uns, dass beim Kalbe die Mehrzahl der Zotten ein oder zwei Gefässe, weniger häufig eine grössere Anzahl derselben enthalte. Ich muss nach demjenigen, was ich selbst gesehen habe, für die von mir injicirten Localitäten das Vorkommen eines einzigen Chyluscanales als die herrschende Regel bezeichnen. Zwei Chyluscanäle in einer Zotte sind mir nur als höchst seltene Ausnahmen ein paar Mal zur Ansicht gekommen. Eine noch grössere Zahl habe ich am Kalbsdarme nicht gesehen. Auch *Teichmann* selbst (Taf. XIII, Fig. 1 seines Werkes) führt in grossem Ueberschusse eincanälige Darmzotten bildlich vor. Dagegen können wir das von jenem Forscher beobachtete Vorkommen gablig getheilter Darmzotten mit dem gleichen Verhalten des Chyluscanales bestätigen (Taf. I, Fig. 8 *d*).

An der Schleimhautfläche angekommen steigen die Chyluscanäle des Kalbes durch diese in mehr oder weniger senkrechtem Verlaufe und

nach demjenigen, was wir gesehen haben, wenigstens sehr häufig in verfeinerter Gestalt zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen nach abwärts. (Taf. I, Fig. 7 *c*, *c*, Fig. 6 *b*.) Ein Zusammenstossen je zweier Zottencanäle zu einem einzigen abführenden Canale kommt entschieden beim Kalbe hier und da vor, ist aber nicht die Regel.

In nicht allzugrosser Tiefe unter der freien Schleimhautfläche kommt es unter Bildung von Quergängen zur Herstellung des oberflächlichen Horizontalnetzes. Man vergl. Taf. I, Fig. 6, wo bei *c* dieses Netzwerk in mässiger Füllung möglichst naturgetreu gezeichnet ist, und Taf. I, Fig. 7 *d*, wo die Anfüllung eine stärkere war. Es versteht sich von selbst, dass ein aus dieser Höhe entnommener Querschnitt das Bild von Taf. I, Fig. 11 ergeben wird.

Unter diesem oberflächlichen Netze begegnet man wieder vereinzelten, mehr oder weniger nach abwärts zur Muscularis mucosae laufenden Chylusgängen (Taf. I, Fig. 7 *c*, *e*) mit im Allgemeinen nur sparsamen horizontalen Anastomosen, sodass ein aus dieser Ebene gewonnener Flachschnitt der Schleimhaut rundliche oder unbestimmt gestaltete getrennte Querschnitte darzubieten pflegt.

Gegen die Grenze der Schleimhaut hin können solche quer oder schief übergehende Anastomosen wieder häufiger erscheinen. Stellenweise haben wir sie aber auch beinabe gänzlich vermisst. Es scheint uns desshalb zu weit gegangen, wenn man für gewöhnliche Dünndarmstellen des Kalbes neben dem oberen noch ein unteres Horizontalnetz der Schleimhaut annehmen wollte.

Endlich nach Durchsetzung der Muskellage der Schleimhaut gelangen die Chyluscanäle in die Submucosa (Taf. I, Fig. 7 *f*), um hier das bekannte horizontale Netzwerk klappenführender, verhältnissmässig enger Gefässe herzustellen, über welches schon *Teichmann* das Nöthige berichtet hat.

In der ganzen eigentlichen Schleimhaut dagegen behauptet auch beim Kalbe der Chylusapparat den Charakter eines specifischer Wandungen entbehrenden Canalwerkes, an welchem wir von einer Epithelialbekleidung keine Spur zur Anschauung zu bringen vermochten. Aber wie beim Schafe, so schliesst auch beim Kalbe die membranartig verdichtete bindegewebige Wandung vortrefflich. Kein Molekül der Farbenmassen dringt selbst bei hochgradigen künstlichen Anfüllungen in das benachbarte Gewebe über, weder innerhalb der Darmzotte, noch in der Schleimhaut selbst, — d. h. so lange es nicht zu einer Zerreissung kommt. Dann aber infiltrirt sich das ganze Gewebe über kleinere oder grössere Strecken, bisweilen so, dass z. B. um jede *Lieberkühn*'sche Drüsenmündung herum das ganze Bindegewebsstroma gleichmässig von der Injectionsmasse erfüllt ist. Der Charakter dieser Erfüllung ist aber für ein kundiges Auge ein ganz anderer, ein unregelmässiger, unschöner, gegenüber der zierlichen Regelmässigkeit glücklich injicirter Chylusbah-

nen. Dass sich von dem Axencanale der Darmzotte aus in keinerlei Weise ein Höhlensystem von Bindegewebskörperchen hat erfüllen lassen, bedürfte kaum der Erwähnung.

Die bedeutende Comprimirbarkeit des Zottengewebes in Folge hochgradiger Injection deutet auf einen sehr weichen schwammigen Charakter desselben, der nur in der äusseren abgrenzenden Fläche des Organs und nach einwärts gegen den Chylusbehälter einer festen membranösen Beschaffenheit Platz macht.

Unter Umständen nun gelingt es einmal, eine Darmzotte von aussen her bis auf den Chylusbehälter hin einzureissen und die membranöse Wandschicht desselben bleibt erhalten. Das Bild einer besonderen Gefässwandung ist dann auf das Täuschendste vorhanden. So erklärt sich eine Angabe, welche wir in einem früheren Werke[1]) mitgetheilt haben.

Fettresorptionen haben wir bis zur Stunde keine für das Kalb beobachten können.

Gehen wir nun über zu den Nagethieren, so stehen uns hier für das Kaninchen eine beträchtliche Anzahl vollständig gelungener Injectionen sowohl der Chylus- als der Blutbahnen des Ileum zur Disposition, welche zum Theil in zierlicher Schönheit den besten Präparaten der Gegenwart gleich zu setzen sind. Die zweite Tafel unserer Zeichnungen stellt die betreffenden Objecte dar. Und in der That, hat man nur einmal glücklich ein Röhrchen in das submucöse Bindegewebe der dünnen Darmwand eingeführt, so ist bei einiger Vorsicht die Erfüllung der hier recht weiten Chylusbahnen kein grosses Kunststück.

Beim Kaninchen wird der Dünndarm in gedrängter Stellung von ziemlich kleinen, im Mittel 0,26667—0,4''' messenden Darmzotten ausgekleidet. Ein der Längsaxe des Darmrohres paralleler Verticalschnitt zeigt uns dieselben dünn, schlank, etwa mit einem Quermesser von 0,02667 —0,06667''' (Taf. II, Fig. 6 *a*, *b*; Fig. 5 *d*). Man könnte darauf hin die Kaninchenzotte ähnlich derjenigen des Kalbes als cylindrisch geformt annehmen; allein mit Unrecht. Ein die Längsaxe des Darmrohrs rechtwinklig kreuzender Längsschnitt zeigt uns nämlich die Darmzotte nach der Basis sich stark verbreiternd bis zu 0,08 und 0,13333''', also von dreieckiger Gestalt (Taf. II, Fig. 2 *a*, *b*; Fig. 3 *a*, *b*; Fig. 4 *a*, *b*; Fig. 5 *a*, *b*, *c*). Es ergiebt sich hieraus eine abgeflachte blattartige Form der Darmzotte beim Kaninchen, und schon *Brücke* a. a. O. hat Fig. 7 seiner Zeichnungen eine gute Darstellung solcher Zottengestalten vom Wiesel geliefert. Ist die Erfüllung des Chyluscanales geglückt, so bläht sich der obere, Spitzen-Theil der Zotte mehr oder weniger stark cylindrisch auf, während der untere, Basal-Theil des Gebildes die alte blattförmige Beschaffenheit mehr oder weniger unverändert einzuhalten pflegt. Taf. II, Fig. 9 stellt bei *a* und *b* Querschnitte der oberen, bei *c*, *d* und *e* der unteren Partieen der Darmzotten dar.

1) Histologie und Histochemie des Menschen. S. 431.

Kehrt man zu Verticalschnitten der ganzen Darmschleimhaut zurück, so erscheinen in den Zwischenräumen zwischen den Darmzotten die Mündungen der *Lieberkühn*'schen Drüsen (Taf. II, Fig. 8 *c*, *c*). Dieselben besitzen eine Länge von 0,0740—0,10‴, erscheinen also bei der Dünne der Schleimhaut kürzer als beim Kalbe und besitzen einen Quermesser von 0,0115 und 0,01277—0,01532 und 0,01917‴. Die Muscularis mucosae zeigt eine Mächtigkeit von 0,00510—0,00766‴.

Wenden wir uns nun zu Horizontalschnitten der Schleimhaut, so wiederholt sich auch hier das gewöhnliche Bild der Säugethiere in höchst ähnlicher Weise. In den 0,00255—0,00510‴ messenden Interstitien zwischen den Drüsenquerschnitten und noch deutlicher in den weiteren Knotenpunkten ersterer treten uns in bedeutendem Reichthume die Lymphzellen abermals entgegen (deren continuirlichen Uebergang in die Zellen *Peyer*'scher Follikel wir auch für das uns beschäftigende Thier oftmals beobachten konnten). Die Schleimhaut wiederholt hier ebenfalls in den Zwischenräumen das mehr netzartige oder unbestimmte, um die Drüsen und Chylusbahnen herum das mehr faserige und homogene Ansehen; Dinge, über welche wir uns hier rascher wegbewegen dürfen, um so mehr, als wir in einer früheren Arbeit in dieser Zeitschrift (Bd. XII, Taf. XXXI, Fig. 6) eine genaue Abbildung bei starker Vergrösserung gegeben haben und auch Taf. II, Fig. 10 dieses Aufsatzes verglichen werden kann. Auch in dem Darmzottengewebe erhält sich die gewöhnliche Textur des Säugethieres und wie beim Kalbe umgeben Züge von Lymphkörperchen das untere blinde Ende der *Lieberkühn*'schen Drüsen.

Die Anordnung der Blutgefässe haben wir schon vor längerer Zeit in Gemeinschaft mit *F. Ernst*[1]) verfolgt. In seiner Inauguraldissertation berichtet derselbe darüber des Ausführlichen. Hier heben wir nur die Hauptpunkte hervor.

In der Submucosa angekommen bilden die Venen horizontale Netze ziemlich weiter, 0,02667—0,04‴ und mehr starker Gefässe (»Basalvenen«) (vergl. Taf. II, Fig. 11 *b*), welche dann weiter zerfallende und allmählich in schwach ansteigendem Verlaufe in die Schleimhaut selbst eindringende Astsysteme liefern (*b'*, *b*), deren Endzweige nun die verticale Richtung annehmen und zu dem ausführenden venösen Stämmchen der Darmzotten sich gestalten (Taf. II, Fig. 8 *f*), welches letztere bis 0,00510‴ Dicke erreichen kann.[2])

Etwas mannichfaltiger gestaltet sich der Verlauf der horizontalen, das submucöse Gewebe durchlaufenden Arterienzweige, obgleich die

1) *F. Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich, 1851. Diss. c. Tab.

2) Wir bemerken hier, dass die kaltflüssigen Injectionsmassen auch bei vollständigster Füllung geringere Quermesser des ganzen Gefässbezirkes, als die früheren grobkörnigeren (Zinnober, Chromgelb und Bleiweiss mit Leim) ergaben.

den Venen parallele Anordnung an vielen Stellen ganz unverkennbar ist (Taf. II, Fig. 11 *a*). Der Quermesser dieser Schlagaderästchen ist aber stets ein viel geringerer, als derjenige der entsprechenden Venen und kaum die Hälfte oder ein Drittheil des letzteren betragend.

In dem weiteren Geschick der arteriellen Endverästelungen lassen sich zwei (freilich ineinander übergehende) Varietäten erkennen. In dem einen Falle (Taf. II, Fig. 8 *e*) löst sich der Arterienzweig schon unten an der Mucosa in Haargefässe von 0,00191—0,00255''' auf, welche um die *Lieberkühn*'schen Drüsen ein unvollständiges Netzwerk länglicher Maschen (demjenigen der Schleimhaut des Magens und Colon ähnlich) herstellen. Aus einem oder mehreren treten dann einfach oder doppelt Vasa afferentia für die Darmzotten mit einem Quermesser von circa 0,00319''' ab. In anderen Fällen entspringt von den horizontal laufenden Arteriennetzen sogleich für je eine Zotte ein Vas afferens, welches wir höchstens bis zu 0,00383''' Quermesser an neuen Injectionspräparaten finden. Dasselbe kann fast unverzweigt bis zur Darmzotte bleiben oder auch einige seitliche Zweige zur Versorgung der *Lieberkühn*'schen Drüsen abgeben.

In den Darmzotten selbst bilden die im Mittel 0,00255''' weiten Grenzgefässe das viel beschriebene und desshalb hier nicht weiter zu schildernde gestreckte Maschennetz (Taf. II, Fig. 8 *a*; Fig. 7 *b*).

Injicirt man die Chylusbahnen, so trifft man ein feines spärliches Netzwerk enger klappenführender subseröser Lymphgefässe, welches auch schon *Brücke* (a. a. O. S. 128) gekannt hat, und dann füllt sich zweitens in der Submucosa des Kaninchens ein gewaltig entwickeltes horizontales Netzwerk starker Lymphcanäle, von welchen wir eine specifische Wandung, ebenso die Existenz von Klappen sehr bezweifeln, wenigstens nie eine Spur beider gesehen haben. Mächtige Stämme von 0,030—0,05''' begleiten gewöhnlich je zwei die in der Mitte gelegene Basalvene und stehen durch oft nur weniges feinere Seitenzweige, mit denen der Nachbarschaft ein enges Netz bildend, im Zusammenhang, worüber Fig. 11 *c* der zweiten Tafel zu vergleichen ist; ebenso die Seitenansicht Fig. 1 *e*, *d*.

Aus diesem horizontalen Netzwerk der Submucosa entspringen nun unmittelbar die Chyluswege der einzelnen Darmzotten (Taf. II, Fig. 1 *c*; Fig. 8 *b*, *b*). Dieselben pflegen an der Abgangsstelle meistens eine kurze Strecke weit ziemlich verengt zu erscheinen, bis zu 0,01, hier und da sogar selbst bis zu 0,005'''. Vergl. Taf. II, Fig. 1 *c* (an mehreren Exemplaren); Fig. 6 *e*, *b*, *c*; Fig. 8 *b*, *b*. Bei genauerem Zusehen ergiebt sich bald durch Verticalschnitte, welche die Axe des Darmrohrs rechtwinklig getroffen haben, dass diese verengte Localität keinen kreisförmigen, sondern einen länglich runden Querschnitt besitzt, denn jetzt (Taf. II, Fig. 2 *a*, *b*; Fig. 4 *a*, *b*; Fig. 3 *b*; Fig. 6 *c*, *e*) bemerken wir diese unterste Ursprungspartie der Chylusbahn 0,015—0,0225''' breit.

Bleiben wir noch einen Augenblick bei den zuletzt erwähnten Verticalschnitten stehen.

Das gewöhnlichere Verhältniss einer in dieser Weise zur Ansicht gebrachten Darmzotte stellt uns eine rasch zunehmende Verbreiterung des Chylusweges, noch ehe derselbe die eigentliche Zottenbasis erreicht hat, vor (Taf. II, Fig. 3 *b*; Fig. 6 *e*). Man findet häufig hier Quermesser bis zu 0,04 und 0,05'''.

Aus derartiger Stelle ist dann der Querschnitt der Schleimhaut gewonnen, welchen die Fig. 10 unserer Taf. II bringt und welcher uns ohne weiteres die Ueberzeugung gewährt von einer nach der abgeflachten Beschaffenheit der ganzen Darmzotte sich schon hier richtenden Gestalt des Chyluscanales *c*, *c*, sowie von der Abwesenheit oberflächlicherer, der höheren Schleimhautlage angehöriger Quergänge, welche zwar noch in der tieferen Mucosenhälfte hier und da vorkommen, während sie in der äusseren Schichte zu ganz seltenen Ausnahmen gehören dürften.

Kehren wir zu dem die Darmaxe rechtwinklig kreuzenden Verticalschnitt zurück, so treten ferner neben den einwurzeligen Chyluscanälen solche mit zwei Wurzeln recht häufig auf (Taf. II, Fig. 4 *a*, *b*). Selten sind Zotten mit dreien derselben (Taf. II, Fig. 2 *a*), während uns eine grössere Zahl bisher noch nicht vorgekommen ist. An mit der Längsaxe des Darmrohrs zusammenfallenden senkrechten Schnitten bemerkt man nicht leicht diese doppelten und mehrfachen Wurzeln des Axenbehälters.

Dieser selbst kann nun innerhalb der Darmzotte sich verschieden verhalten. Bei einfacher Wurzel bleibt er fast stets auch einfach, obgleich nicht selten in seiner Weite noch beträchtlich zunehmend. So haben wir vielfach Zotten bemerkt, wie sie Taf. II, Fig. 3 *b* und Fig. 6 *e* darstellen. Der Chyluscanal konnte Quermesser von 0,05744 und 0,07024''' erreichen (ja, einmal sahen wir von der breiten Fläche einen, der fast 0,1''' Breite besass). Anfangs abgeflacht (vergl. Taf. II, Fig. 9 *c*, *d*, *e*), gewinnt jener nach oben bei so starken Einfüllungen und Aufblähungen der Zotte einen cylindrischen Querschnitt (Taf. II, Fig. 6 *c*; Fig. 1 an mehreren Stellen, z. B. bei *b*; Fig. 9 *a*, *b*). Bei an sich schmäleren oder weniger erfüllten Darmzotten behält der Chyluscanal bis hoch in der Zotte hinauf die abgeflachte Beschaffenheit, wie manche Seitenansichten von Taf. II, Fig. 1 erkennen lassen, ebenso Fig. 6 *a*, *b*.

Indessen schon bei einwurzeligen Darmzotten kann, wenigstens in seltenen Fällen, der Chyluscanal in zwei oder drei parallel laufende, oberwärts wieder zusammentretende Canäle zerfallen. Ein instructives Beispiel dieser Art führt Taf. II, Fig. 6 *d* dem Leser vor. Auch Darmzotten, wie die Fig. 5 *a*, *b*, *c* gezeichneten, können wenigstens einwurzlig sein, doch nur in seltneren Fällen.

Andere Zotten haben zwei Wurzeln und zwar sehr häufig ganz kurze, welche alsbald zum einfachen Chyluscanal zusammenzufliessen

pflegen (Taf. II, Fig. 4 *a*, *b*); seltener finden sich zwei erst oben in dem Spitzentheil der Darmzotte zusammentreffende Gänge, bisweilen von sehr ungleichem Quermesser (Taf. II, Fig. 5 *a*; Fig. 9 *e*).

Sehr seltene Vorkommnisse nach unseren Erfahrungen bilden über die gewöhnlichen Strecken des Ileum beim Kaninchen dreiwurzlige Darmzotten. Eine solche von ungewöhnlicher Breite mit den Fortsetzungen der Wurzeln als besondere Canäle führt Taf. II, Fig. 2 *a* vor.

Vergleicht man die eben gelieferten Angaben mit den Zeichnungen der zweiten Tafel, so wird man erkennen, wie an vielen Darmzotten des Kaninchens von Ampullen des Spitzentheiles nicht die Rede ist, während in andern Zottenspitzen solche Ausdehnungen auftreten oder endlich gar bei sehr starker Ausdehnung die ganze Zotte selbst nur einen ampullären Raum darstellen kann.

Ist die Einfüllung der Injectionsmasse in einem sehr hohen Grade vorgegangen, so wird man oftmals frappirt von der enormen Comprimirbarkeit des bedeckenden Zottengewebes oder — was dasselbe sagen will — von der höchst dünnen Gewebelage, welche den Chyluscanal bedeckt (Taf. II, Fig. 6 *c*, *e*). Es sind uns zahlreiche Exemplare der Art vorgekommen, wo das Zottengewebe über dem Chylusbehälter nur noch eine Dicke von 0,00319 und 0,00255‴ besass, gerade ausreichend genug, um durch die Capillaren eben noch einen Blutkreislauf zu gestatten.

Fast überflüssig möchte es nach demjenigen, was die früheren Blätter dieses Aufsatzes brachten, noch erscheinen, die Versicherung zu wiederholen, dass auch in der Kaninchenzotte der Chyluscanal die gleiche Wandbegrenzung besitzt, wie beim Schaf, Kalb (und wohl den Säugethieren überhaupt). Interessant sind namentlich Bilder, wo strangartige Fortsätze der bindegewebigen Wandbegrenzung die Chylushöhle durchsetzen. (Vergl. Taf. I, Fig. 9 *d* (nach unten) und Fig. 10 (nach oben).)

Von einem Uebergange des Chylusbehälters oder der Injectionsmasse in das Höhlensystem angrenzender Bindegewebskörperchen, ebenso von einer Epithelialauskleidung der Chyluswege haben wir an zahllosen Objecten auch beim Kaninchen niemals eine Spur gesehen. Ebenso bleiben bei allen guten, selbst den hochgradigsten Füllungen Chylusbahnen und Schleimhautgerüste mit den Lymphzellen stets vollkommen von einander geschieden.

Die *Brücke*'sche Arbeit bringt auf S. 124 Angaben über das betreffende Thier.

»Beim Kaninchen«, sagt der Verfasser, »vereinigt sich, sobald sie in die Darmwand eingetreten sind, die Wand der Chylusgefässe mit der Adventitia der Blutgefässe, und das so gesammelte Material von Bindegewebe bildet nun Scheiden um die letzteren, von denen das ganze submucöse Bindegewebe durch Ausbreitung der Faserzüge ausgeht. Zwischen diesen Scheiden und den Blutgefässen, deren Verzweigungen sie begleiten, bleiben Räume, die während der Resorption regelmässig mit

Chylus erfüllt sind, während man vergebens nach irgend einer Spur eines selbstständigen, abgesondert von den Blutgefässen verlaufenden Lymphgefässes sucht. In wie weit diese Scheiden noch in ihrem Innern mit einer besonderen Membran ausgekleidet seien und ob sich dieselbe etwa über die Blutgefässe zurückschlage, so dass diese nur in den Scheiden wie der Darm intra peritonaeum liegen, das waren Fragen, die man sich wohl stellen konnte, die ich aber bis jetzt noch nicht zu beantworten im Stande bin. Klappen habe ich, wie zu erwarten stand, nirgends gefunden. Jedoch habe ich mit Sicherheit an mehreren wohlgelungenen Präparaten gesehen, dass die Chylusgefässe nicht den Blutgefässen entsprechend enger, sondern im Gegentheil an den dünnen Aesten der letzteren relativ sehr weit werden, so dass oft die Chylusablagerung mehr als zehnmal so breit ist, als das Blutgefäss, das sich als ein feiner heller Streif in ihrer Mitte hinzieht.«

Ueber die relative Weite der submucösen Chylusbahnen dürfen wir auf unsere vorangehenden Beobachtungen verweisen, wie denn auch die Abwesenheit einer specifischen Wandung für *Brücke* wie den Verfasser gleich wahrscheinlich ist. Dagegen glauben wir die Einscheidung des Blutgefässes in den Chylusstrom als ein allgemein gültiges Verhältniss in Abrede stellen zu müssen. Die meisten unserer Injectionspräparate zeigen nur ein Nebeneinander. Nur an einzelnen Stellen, da aber mit völligster, unverkennbarster Sicherheit kommt eine derartige Anordnung vor, deren wir schon in einem früheren Aufsatze (s. diese Zeitschrift Bd. XII, S. 342) für die Colongefässe des Kaninchens gedacht haben. Grossen Werth für den Dünndarm können wir diesem Structurverhältniss nicht beilegen.

Ferner berichtet uns der Wiener Forscher noch Folgendes: »In der Schleimhaut habe ich den Chylus immer vorzugsweise in den sehr dicht stehenden Zotten abgelagert gefunden. An einzelnen Stellen konnte ich jedoch auch unterscheiden, dass er die zwischen denselben stehenden Grypten (d. h. *Lieberkühn*'schen Drüsen) rings umgab.«

Es ist dieses, wie wir aus ähnlichen, die Fettresorption des Kaninchens betreffenden Untersuchungen wissen, gleichfalls eine richtige Beobachtung, welche vielleicht dem einen oder andern unserer Leser einen Widerspruch gegen die geschilderten Injectionen zu bilden scheint. Der Widerspruch ist jedoch nur ein scheinbarer. Wie auf der Zottenoberfläche das mit streifigem Saume versehene Cylinderepithelium ein Eindringen der Fettmoleküle in das Zottengewebe gestattet und dieses zu dem in der Axe gelegenen Chylusbehälter endlich vorrückt, so gestattet in den Thälern zwischen den Villi die gleiche Epithelialformation ein Eindringen der Chylusmoleküle in das darunter gelegene ganz gleiche Gewebe. Diese gelangen also so in die Interstitien zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsenmündungen und bilden jene weisslichen Ringe. Zwischen den Drüsenschläuchen selbst scheint aber nach demjenigen, was wir früher

saben, das Chylusfett niemals tief herab zu dringen, vielmehr unter der Schleimhautoberfläche eine mehr horizontale Richtung gegen die benachbarten, die Mucosa durchsetzenden Chyluswege einzuhalten. Ohnehin dürfte sich bei niederen, der Darmzotten entbehrenden Wirbelthieren die Fettresorption einzig nach letzterem Schema gestalten. In die Drüsenzellen der *Lieberkühn*'schen Schläuche drängen sich weder hier, noch bei irgend einem Thiere aber Chylusmoleküle ein. Diese Zellen weisen das Fett vielmehr total zurück (wozu auch *Brücke* in seiner Arbeit verglichen werden kann).

Auch bei der Maus haben wir vor zwei Jahren einmal mit grösster Schönheit dieselben Wege des eindringenden Fettes erkannt. An Chylusbahnen, durch Injection dargestellt, lässt sich bei der Kleinheit des Thieres nicht leicht denken, so dass wir uns hier nur auf kurze Angaben beschränken. Die Darmzotten, denen des Kaninchens in der Form ähnlich, zeigen zwischen ihren Basen ansehnliche Thäler mit den Mündungen der *Lieberkühn*'schen Drüsen. Diese, 0,04490—0,05108''' lang (also von bedeutender Kürze bei der Dünne der ganzen Schleimhaut) sind 0,01277—0,01532''' im Mittel breit und werden durch 0,00255—0,00639''' messende Zwischenräume des Schleimhautgewebes geschieden. Nur in den Knotenpunkten zwischen einzelnen Drüsengruppen erreicht es eine bedeutendere Stärke. Sein Charakter ist genau wie der beim Kaninchen angeführte, die Menge der Lymphkörperchen eine bedeutende. Die submucösen Chylusbahnen scheinen nur mässig weit zu sein.

Auch den unmittelbaren Uebergang von brückenartigen Fortsätzen *Peyer*'scher Follikel in das benachbarte Schleimhautgewebe erkennt man bei der Maus mit dem mehrfach geschilderten Verhalten sehr leicht. Ferner überzeugten wir uns hier an mehrmals vorkommenden Solitärdrüsen der Schleimhaut, dass auch sie in genauester Weise das Verhältniss *Peyer*'scher Follikel wiederholen. Dass auch hier bei energischen Fettresorptionen die Chylusmoleküle die Umgebungen der *Lieberkühn*'schen Drüsenmündungen umziehen können, wie *Brücke* (S. 127) berichtet, wissen wir aus eigener Beobachtung ebenfalls. Umhüllungen der Blutgefässe durch Chyluscanäle sah jener Forscher bei der Maus im Uebrigen nicht.

Der Dünndarm des Meerschweinchens, wo uns die Injection der Chylusbahnen ebenfalls bis zur Stunde nicht hat glücken wollen, scheint wesentlich mit demjenigen des Kaninchens übereinzustimmen.

Nach diesen Beobachtungen über den Dünndarm der Wiederkäuer und Nagethiere wandten wir uns zu demjenigen des Pferdes, als des Repräsentanten der Einhuferordnung. Leider aber stand uns hier kein ganz frischer Darm zur Verfügung.

Auch hier gelang es indessen, das Vorkommen von Lymphkörperchen im Schleimhautgewebe zu erkennen, ebenso eine wenigstens verwandte Textur des letzteren selbst. Dass uns dasselbe weniger netzartig

und mehr faserig erschien, darauf wollen wir vorläufig geringeres Gewicht legen, indem völlige Frische eines in Weingeist gebrachten Darmstückes oder ein vorhergegangener Macerationszustand Manches in dem Bilde eines so zarten Gewebes ändern werden.

Für die Dickhäuter benützten wir den Dünndarm des Schweins. Dieser dürfte, soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, neben dem Schafsdarm das passendste Object zur Erkennung des Schleimhautgewebes darbieten. Ueber ihn giebt uns *Brücke* (a. a. O. S. 135) an, dass er stellenweise die Fettinfiltration nur in der Chylusbahn der Zotten und den sich von jenen abwärts fortsetzenden Gängen, an andern Orten aber auch in den Interstitien zwischen allen *Lieberkühn*'schen Schläuchen angetroffen habe. Zugleich aber überzeugte er sich an den letzteren Stellen, dass das Gewebe unmittelbar unter dem Fundus eines jeden Schlauches immer völlig frei von Chylus geblieben war. Wir dürfen wohl an unsere eigenen Beobachtungen beim Kaninchen erinnern.

In nächster Umgebung der *Lieberkühn*'schen Drüsen erscheint beim Schwein auf Flächenschnitten das Bindegewebe mehr längsfaserig, einzelne ovale und spindelartige Kernbildungen beherbergend. In einiger Entfernung von der *Lieberkühn*'schen Drüse ändert sich dieser Charakter; das netzförmige Ansehen tritt schärfer, meistens in grösster Schönheit hervor, ohne dass wir jedoch im Stande gewesen wären, hier in den Knotenpunkten des Fasernetzes sichere Zellenkerne zu entdecken, wie denn überhaupt das Ganze, verglichen mit dem Trabekelgerüste der Alveole in einer Lymphdrüse oder einem *Malpighi*'schen Körperchen der Milz, den Charakter grosser Feinheit und Zartheit darbietet.

Dagegen ist die Infiltration der Lymphkörperchen eine ausserordentlich grosse, so dass an einem Horizontalschnitte, wenn er anders nicht in äusserster Feinheit gewonnen worden ist, fast das ganze bindegewebige Schleimhautgerüste von den Lymphkörperchen verdeckt wird. Auch an den feinsten Schnittstellen erscheint die Lymphzelle verhältnissmässig immer noch sehr reichlich. Am längsten erhalten sich natürlich die in den Interstitien des faserigen Gewebes, wie es die nächste Umgebung der *Lieberkühn*'schen Drüsenschläuche zeigt, gelegenen Zellen.

An Horizontalschnitten sind denn auch die wiederum einer specifischen Wandung entbehrenden Chyluswege überaus leicht zu erkennen. Die Quermesser der Drüsenschläuche betragen 0,01277, 0,01532—0,02040'''; die Schleimhautbrücken sind meistens von ziemlicher Breite, 0,00639—0,00766'''; häufig zeigen sich solche mit 0,01532''', selten erscheinen feine von nur 0,00383'''. An Seitenansichten beträgt die Länge der Drüsenschläuche gegen 0,125—0,16667'''; die Lymphzellen treten durch die ganze Länge des bindegewebigen Raumes zwischen zwei Schläuchen herab und sind selbst deutlich und zahlreich unterhalb des blindsackigen Endes zu erkennen. Das so reichliche Vorkommen der uns beschäftigenden Zellenformation in der Darmschleimhaut des Schweins

musste den Gedanken nahe legen, etwas über die Entstehung jener zu ermitteln. Alle unsere Versuche sind leider indessen auch hier resultatlos geblieben. Schliesslich ist die Muscularis mucosae stark entwickelt, im Mittel 0,02554''', und mit Verlängerungen zwischen den Schlauchdrüsen nach oben steigend.

Für das Wiesel, welches wir uns leider während dieser Arbeiten nicht verschaffen konnten, hat *Brücke* (a. a. O. S. 122) Beobachtungen mitgetheilt. Chylusablagerungen zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen konnte er hier nicht erkennen und bemerkt treffend, dass das Vorkommen oder Fehlen derselben wohl mehr von zufälligen Umständen, als von einer wesentlichen Verschiedenheit abhänge. »Man kann sich wohl vorstellen, dass öftere und lebhaftere Contractionen die Grösse der von ihnen in einer bestimmten Zeit aufgebrachten Chylusmenge vermehren, während bei Trägheit der Zotten sich die Resorption mehr gleichmässig auf der Schleimhaut-Oberfläche vertheilt. Ebenso ist es denkbar, dass eine besondere Dicke und Zähigkeit des zwischen den Zotten liegenden Schleimlagers hier die Resorption des Fettes beeinträchtigt, während die Zotten hierdurch weniger in ihrem Geschäfte gestört werden. In der That scheint es auch, als ob andere Beobachter beim Menschen Bilder vor sich gehabt haben, die demjenigen näher kommen, welches mir das Wiesel darbot«.

Gute Objecte liefert aus der Ordnung der Fleischfresser der Dünndarm des Igels. Bei ihm existirt eine starke, mit ansehnlich langen Darmzotten versehene Mucosa. Die *Lieberkühn*'schen Drüsen, circa 0,14286''' lang, stehen dicht gedrängt. An Horizontalschnitten beträgt ihr Durchmesser im Mittel 0,02040—0,02554'''. Die bindegewebigen Interstitien zwischen ihnen sind meistens enge, 0,00255—0,00383'''; seltener schon erscheinen solche von 0,00510 und 0,00639''' Breite. Nichts destoweniger ist die Menge der dem Bindegewebe eingebetteten Lymphzellen auch bei diesem Geschöpfe eine recht ansehnliche zu nennen. Das Bindegewebe selbst scheint die gewöhnliche Beschaffenheit darzubieten. Die Muscularis mucosae ergiebt eine Stärke von 0,00766'''. Die geringe Entwicklung des bindegewebigen Schleimhautgerüstes bringt es mit sich, dass die Querschnitte der *Lieberkühn*'schen Drüsen keineswegs immer in rundlichen, sondern sehr häufig in schwach polyedrischen Formen erscheinen.

Unter den übrigen Fleischfressern untersuchten wir noch die Katze und den Hund. Frisch in Alkohol eingelegte Dünndärme ergeben verhältnissmässig sehr günstige Resultate. Erheblichere Differenzen zwischen den beiden Thieren dürften kaum vorhanden sein, obgleich wir nur wenige Exemplare zur Beobachtung benutzt haben. Wir schildern desshalb, um Wiederholungen zu vermeiden, wesentlich die Dünndarmschleimhaut der Katze. Die *Lieberkühn*'schen Schläuche messen im Mittel 0,11111''', die Muscularis mucosae 0,01532'''. Auch hier wiederholt sich in nächster Umgebung der Drüsen-Querschnitte das circulär faserige Ansehen des

Bindegewebes, während dasselbe peripherisch einen mehr netzartigen Charakter gewinnt, ohne jedoch denjenigen sogenannter lymphoider Drüsen völlig zu erreichen. Die Interstitien zwischen den im Diameter 0,0115, 0,01277—0,01532 und 0,01660‴ messenden Drüsenquerschnitten betragen im Mittel 0,00383—0,00639‴, auch wohl mehr. Einzelne sind indess weit feiner, 0,00255‴ und weniger.

Die Menge der im Bindegewebe eingeschlossenen Lymphkörperchen verdient auch hier als eine recht bedeutende bezeichnet zu werden. Neben ihnen treten deutlich längsovale und spindelförmige Zellen, d. h. Bindegewebskörperchen, hervor. Mannichfache Gefässquerschnitte kommen natürlich auch hierbei zur Ansicht. Stärkere Blutgefässe charakterisiren sich durch die specifische Wandung und ihre Epitheliumreste, während die Chylusbahnen, in üblicher Weise ersterer entbehrend, nur von verdichtetem faserigem Bindegewebe eingegrenzt sind und von Epithelialbekleidung nicht das Mindeste entdecken lassen. Bisweilen glaubten wir allerdings spindelförmige Zellen dieses Gewebes zu sehen; eine genauere Prüfung lehrte jedoch, dass es spindelförmige Bindegewebskörperchen aus der Grenzschicht waren, welche hier und da in das Lumen der Chylusbahn einsprangen.

Als ein nicht uninteressantes und über die Entstehung der betreffenden Lymphkörperchen vielleicht einiges Licht verbreitendes Verhältniss möge noch eine Bemerkung hier ihren Platz finden. Neben einer grossen Ueberzahl ganz gewöhnlich erscheinender Lymphzellen beherbergte das Schleimhautgewebe der Katze noch eine geringe Minderzahl anderer, welche die doppelte bis dreifache Grösse besassen und an mit essigsaurem Wasser ausgewaschenen Carminpräparaten doppelte, drei- und vierfache Kernbildungen erkennen liessen. Man wird unwillkürlich an die bekannten Beobachtungen erinnert, welche vor Kurzem *Grohe*[1], *Billroth*[2]) und *Rebsamen*[3]) über analoge Zellen der Lymphdrüsen und Milz veöffentlicht haben.

Was den Hund betrifft, so standen an dem von uns benutzten Exemplare, einem kleinen Thiere, die (im Mittel 0,125‴ langen und im Quermesser 0,01917—0,02040‴ messenden) *Lieberkühn*'schen Drüsen gedrängter; die bindegewebigen Zwischenräume erschienen somit von geringerer Breite (0,00383—0,00510‴ im Mittel) und unter einem mehr faserigen Ansehen, so dass also die Aehnlichkeit mit dem netzförmigen Gewebe der Lymphdrüsenfollikel hier um ein beträchtliches geringer ausfiel, als bei manchen andern Säugethieren. Nichts destoweniger blieb

1) *Grohe*, Beiträge zur pathologischen Anatomie der Milz. *Virchow's* Archiv. Bd. 20. S. 306.

2) *Billroth*, Ueber die feinere Structur pathologisch veränderter Lymphdrüsen *Virchow's* Archiv. Bd. 20. S. 435.

3) *Rebsamen*, Die Melanose der menschlichen Bronchialdrüsen. Diss. Zürich 1861 und in *Virchow's* Archiv. Bd. 24. S. 92.

auch hier die verwandte Beschaffenheit des Bindegewebes insofern bewahrt, als Lymphzellen die Interstitien in reichlicher Menge einnahmen, obgleich die Menge derselben natürlich geringer sich gestaltete als bei der Katze[1]).

Um die Ordnung der Cetaceen nicht ganz leer ausgehen zu lassen, versuchten wir das betreffende Texturverhältniss der Schleimhaut des Darmcanals bei Delphinus phocaena zu erkennen. Leider waren die Eingeweide des von Kiel aus dem Zürcher'schen Cabinette überschickten Exemplares schon im Zustande starker Maceration, als die Sendung ankam. Wir erkannten indessen wenigstens soviel, dass die Mucosa der vorderen Darmhälfte beim Delphin ebenfalls Lymphzellen, und zwar in reichlicher Menge, beherbergte. Ueber das Gewebe der Darmschleimhaut selbst aber müssen wir bis zur Durchmusterung eines passenden Präparates unser Urtheil verschieben.

Der Umstand, dass das der Fäulniss anheimgefallene Schleimhautgewebe des Dünndarms nur schwierig und ungenügend die Erkennung der uns hier beschäftigenden Textur gestattet, ist die Ursache, dass über den Dünndarm des Menschen wir nur wenige Beobachtungen mitzutheilen vermögen.

Der Dünndarm eines während der Geburt verstorbenen Kindes bietet Folgendes dar: An Horizontalschnitten, etwa in der halben Höhe der Schleimhaut gewonnen, erscheinen zahlreich und gedrängt die Querschnitte der *Lieberkühn*'schen Drüsen von kreisförmiger oder länglich runder Gestalt und einem meistens von 0,0115—0,01277''' betragenden Durchmesser; kleinere sinken auf 0,01020 und 0,00898''' herab, grössere, namentlich länglich-runde, erreichen 0,01796 und 0,02554'''. Getrennt werden sie durch Substanzbrücken von 0,00255, 0,00383—0,00639 und 0,00898'''. Innerhalb dieser zeigen sich neben Querschnitten mit Chromgelb injicirter Blutgefässe hier und da rundliche Oeffnungen von 0,00639—0,00898''' Diameter, welche wir für Lymphwege nehmen.

Unmittelbar um den Querschnitt der *Lieberkühn*'schen Drüsen herum besitzt das Bindegewebe einen deutlich faserigen Bau, zeigt aber dabei einen bedeutenden Reichthum namentlich länglicher kernartiger Gebilde, welche bei Carmintinction deutlich als kernhaltige Zellen, d. h. junge Bindegewebskörperchen, sich herausstellen. Nach innen scheint in den Substanzbrücken auch hier ein mehr loserer, möglicherweise netzartiger

1) Gerade während der Correctur dieses Aufsatzes gelang uns noch die Füllung der Chylusbahnen im Dünndarm des Hundes. Die Darmzotten zeigten uns hierbei fast ausnahmslos ein einfaches, stark dilatirtes Chylusgefäss. Ziemlich ansehnliche Stämme von 0,01—0,025''' Quermesser stiegen zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen in nicht unansehnlichen Entfernungen von einander abwärts. Beträchtlich ausgebildet in der oberen Schleimhauthälfte ergab sich ein System verbindender Quergänge. Die submucösen Gefässe waren klappenführend und stark knotig dilatirt.

Verlauf der Bindegewebefasern vorzukommen. Die Menge der Lymphkörperchen in dem Gewebe ist nicht besonders gross zu nennen, obgleich dieselben auf das Deutlichste zu erkennen sind. An einer Stelle trafen wir dagegen an dem hier von *Lieberkühn*'schen Drüsen freien Schleimhautgewebe eine massenhafte Ansammlung dieser Zellen, als wenn es zur Bildung eines Solitärfollikels hätte kommen sollen.

An senkrechten Schnitten zeigte die Schleimhaut des betreffenden Neugeborenen eine im Mittel 0,00639—0,00766‴ mächtige Muskelschicht, welche, wenigstens stellenweise, gegen die Darmzotten aufsteigende musikulöse Faserzüge mit Deutlichkeit erkennen liess. Die *Lieberkühn*'schen Schläuche (wie an Querschnitten so auch hier mit den gewöhnlichen cylindrischen Drüsenzellen erfüllt) boten eine Länge von 0,04490—0,05508 und 0,0575‴ dar. Lymphkörperchen erschienen zwischen den unteren Theilen der *Lieberkühn*'schen Drüsen deutlich im Bindegewebe eingebettet, während sie zwischen den oberen, d. h. blindsackigen Partieen benachbarter Schläuche nur spärlich zu erkennen waren.

Im submucösen Bindegewebe zeigten sich die mehr kreisförmigen oder unbestimmt rundlichen Querschnitte zahlreicher Lymphgefässe. Eine Reihe derselben ergab Durchmesser von 0,01277, 0,02554, 0,03195—0,03831‴.

Noch in anderer Hinsicht erschien das submucöse Bindegewebe des uns hier beschäftigenden Darmstückes von Interesse, nämlich durch Züge von bald rundlicher, bald länglicher Gestalt, bestehend aus Ansammlungen von Lymphkörperchen (oder doch wenigstens von Zellen, die am Weingeistpräparate in keiner Weise von solchen zu unterscheiden waren). Sie kamen verhältnissmässig sehr häufig zur Beobachtung und zeigten sich dem Bindegewebe selbst eingebettet und nicht etwa in demselben befindliche hohle Gänge erfüllend. Wie weit hier ein normales Verhältniss gegeben ist, vermögen wir vorläufig nicht zu entscheiden. Erinnert wird man im Uebrigen gar sehr an manche ähnliche Ansammlungen derartiger Zellen im Bindegewebe, welche die pathologische Histologie in den letzten Jahren uns kennen gelehrt hat.

Gehen wir nun über zum Dünndarme eines achtjährigen, an Typhus und Noma verstorbenen Mädchens, so traten hier die Interstitien zwischen den querdurchschnittenen *Lieberkühn*'schen Drüsen breiter als beim Neugeborenen auf. Das Gewebe äusserlich um die letzteren herum zeigte sich abermals mehr faserig, also in derselben Weise wie bei dem vorher besprochenen Objecte, war aber um ein Beträchtliches ärmer an Bindegewebskörperchen geworden. Nach innen hin gewann es deutlich ein anderes und mehr netzartiges Ansehen, wenngleich nicht in der Schönheit und Schärfe mancher Säugethiere, z. B. des Kalbes und Schweines.

Auffallenderweise erschien aber die Menge der Lymphzellen weit beträchtlicher, als das Präparat des Neugebornen sie zeigte. Unsere Untersuchungen sind leider allzu dürftig, als dass wir zu entscheiden im Stande

wären, ob hierin nur ein zufälliges oder ein wesentliches, mit dem typhösen Processe zusammenfallendes Verhältniss gegeben war.

Wir durchmusterten während des Sommers mehrfach den Dünndarm erwachsener menschlicher Körper, namentlich von Leuten, die plötzlich verunglückt waren. Bei den meisten jener war leider die Zersetzung schon zu weit vorgeschritten, als dass die Weingeisterhärtung ein genügendes Beobachtungsobject noch hätte liefern können. Indessen ergab sich wenigstens noch so viel, dass auch hier das Schleimhautgewebe dem der durchmusterten Säugethiere sehr verwandt erscheint. Manchmal erkannten wir noch netzartige Verbindungen von Bindegewebsfasern. An andern Stellen erschien eine mehr unbestimmte bindegewebige Masse von grosser Weichheit, die jedoch sicherlich diese Beschaffenheit erst in Folge der eingetretenen Fäulniss erhalten hatte. Lymphkörperchen traten uns im Uebrigen an allen Dünndarmpräparaten des Menschen, die wir untersuchten, bald reichlicher, bald spärlicher entgegen.

Das Darmzottengewebe, soweit wir zu genügenden Anschauungen zu gelangen vermochten, bot im Allgemeinen den mehrfach von Säugethieren angezeigten Charakter dar. Der in der Axe enthaltene Chylusweg, von festem Bindegewebe eingegrenzt, liess sich leicht erkennen.

Unsere Bemühungen, die Chylusgefässe des Dünndarms beim Menschen zu injiciren, sind bei freilich nicht zahlreichen Versuchen bisher nicht von Erfolg gekrönt gewesen; ebenso wenig führte uns in der letzten Zeit einen während der Fettresorption zu Grunde gegangenen Körper in die Hände. Wir vermögen desshalb über die nachfolgenden Angaben *Brücke's* kein sicheres Urtheil abzugeben.

Dieser Forscher (a. a. O. S. 114) schildert uns nämlich die aus der Schleimhaut kommenden mit Chylus erfüllten Gefässe aus der Leiche eines Kindes genauer und giebt dazu eine Zeichnung (Taf. I. Fig. 1). Die letzteren besitzen Klappen und halten, wenn allerdings auch häufig Anastomosen vorkommen, doch einen wesentlich dendritischen Verlauf ein. Den Chylus fand er (und von solchen Vorkommnissen war bei Säugethieren schon auf den früheren Blättern dieser Arbeit mehrfach die Rede) nicht allein in die Chylusbahnen der Darmzotten sondern auch in die Interstitien zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen eingedrungen. Andererseits konnte er sich überzeugen, dass die letztern interstitiellen Chylusablagerungen sich direct und ohne Unterbrechung in den Inhalt der Chylusgefässe fortsetzen, wofür wir von *Brücke* auf Taf. I. Fig. 4 eine Abbildung erhalten.

Zürich im September 1862.

1) Erst im November gelang die Injection der Darmzotten und *Peyer*'schen Drüsen in ausgedehntester Weise auch beim Menschen. Darüber wird das *Virchow*'sche Archiv nächstens Mittheilungen bringen.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. I. behandelt auf Fig. 1—5 die Dünndarmschleimhaut des Schafs; auf Fig. 6—11 diejenige des Kalbes; Taf. II. stellt den Bau beim Kaninchen dar. Die meisten Zeichnungen sind mittelst der Linsensysteme eines *Hartnack*'schen Mikroskopes und der Camera lucida, aber in sehr verschiedener Höhe gewonnen worden).

Tafel I.

Fig. 1. Die mit Berliner Blau erfüllten Darmzotten des Schafs (System 4). *a* Eine breitere Zotte mit doppeltem Chyluscanal, der oben bogenförmig und weiter unten durch einen Querzweig communicirt; *b* eine ähnliche mit dreifachen complicirten Chylusbahnen; *c* eine Zotte mit einfachem, nach der Spitze sich verengendem Canal.

Fig. 2. Flächenschnitt durch die Schafsdünndarm-Schleimhaut tiefer unterhalb der Zottenbasen (System 4). *a* Das Gewebe der Schleimhaut mit den Querschnitten *Lieberkühn*'scher Drüsen *b*, welche meistens noch ihre Drüsenzellen beherbergen und nur an den Rändern des Präparates dieselben durch Pinseln verloren haben; *c* die netzförmigen Chyluscanäle.

Fig. 3. Gewebe der Schleimhaut des Schafs in nächster Umgebung eines *Peyer*'schen Follikels (Immersionssystem No. 9 und Oc. 1); *b* das netzförmige Gewebe, die *Lieberkühn*'sche Drüse *a* umgebend; *c* Lymphkörperchen.

Fig. 4. Dasselbe Gewebe des gleichen Thieres dem Follikel etwas entfernter entnommen (bei der Vergrösserung von Fig. 3); *a* rundliche, *b* längliche Kerne in dem unregelmässigen bindegewebigen Netzwerk.

Fig. 5. Das gleiche Gewebe des Schafs bei *a* mit unbestimmtem, bei *b* mit netzartigem Charakter; *c* längs-ovale Kerne, *d* Lymphkörperchen; *e* Querschnitt der ihres Epitheliums beraubten Drüse (Vergrösserung von Fig. 3 und 4).

Fig. 6. Seitenansicht der injicirten Darmzotten des Kalbes (System 2). *a* Darmzotten mit ihren Chyluscanälen; *b* die letzteren durch die Schleimhaut absteigend; *c* netzförmige Verbindung im tieferen Theile der Mucosa; *d* submucöses Bindegewebe.

Fig. 7. Eine ähnliche Ansicht, dem gleichen Thiere entnommen, bei einer stärkeren Vergrösserung (System 4). *a* Darmzotten mit injicirten Chylusbahnen; *b* die *Lieberkühn*'schen Drüsen, *c* die senkrecht absteigenden Chyluscanäle mit ihren Verbindungen bei *d* und tieferen Fortsetzungen bei *e*; *f* Chylusgefäss der Submucosa. Die Lymphzellen sind angegeben.

Fig. 8. Vier Darmzotten desselben Thiers (System 5); *a*, *b*, *c* mit einfacher typischer Beschaffenheit; bei *d* Zotte und Chylusbahn nach oben gespalten.

Fig. 9. Querschnitte durch die injicirten Kalbsdarmzotten; *a* zwei feinere Zottenbasen durch Bindegewebe communicirend, *b* eine etwas stärkere; die Lymphzellen sind ausgezeichnet (System 5).

Fig. 10. Horizontalschnitt durch die Dünndarmschleimhaut des Kalbes an der Zottenbasis. *a* Gewebe mit Lymphzellen; *b* *Lieberkühn*'sche Drüsen; *c* Querschnitte der Basaltheile von Darmzotten; *d* Querschnitte etwas tieferer absteigender Chyluswege (System 4).

Fig. 11. Tieferer Schnitt durch die gleiche Haut (etwas schwächere Vergrösserung); a Gewebe; *b* Drüsen; *c* Chyluswege.

Tafel II.

Fig. 1. Senkrechter Längsschnitt durch das Ileum des Kaninchens mit blau injicirten Chylusbahnen (System 2); *a* schmälere Zotten; *b* eine breitere; *c* senkrecht absteigende Chyluscanäle; *d* horizontales Netzwerk der letzteren; *e* tiefer abtretender Canal.

Fig. 2. Zwei Zotten unter gleicher Vergrösserung einem senkrechten Querschnitt entnommen; *a* mit drei, *b* mit einem Chyluscanal.

Fig. 3. Zwei andere in gleicher Ansicht und Vergrösserung.

Fig. 4. Zwei weitere Darmzotten des Kaninchens (Ansicht und Vergrösserung die gleiche). Jede Zotte mit weitem, aus zwei Wurzeln gebildeten Chylusbehälter. Das Venensystem in seinen Anfängen roth erfüllt.

Fig. 5. Die Spitzentheile vier anderer Darmzotten des gleichen Geschöpfes mit Carmin in ihren Chylusbahnen und mit Berliner Blau zum Theil in den Venenästchen gefüllt. *a*, *b*, *c* kehren die breite Fläche dem Auge zu und zeigen doppelte Chyluscanäle; bei *d* eine Zotte in seitlicher Ansicht mit einfachem, sich zuspitzendem Chylusgang. Vergrösserung die gleiche.

Fig. 6. Andere Darmzotten des Kaninchens mit Carmin erfüllt. *a* und *b* in seitlicher Ansicht; *c*, *d*, *e* von der breiten Fläche gesehen; bei *d* complicirte Chyluscanäle; bei *d* und *e* sehr starke Erweiterung der letzteren. Dieselbe Vergrösserung.

Fig. 7. Zottenspitze mit dem roth gefüllten Chylusbehälter *a* und dem blau injicirten Capillarnetze. (System 5).

Fig. 8. Zwei Zotten mit der Schleimhaut und den tieferen Schichten: *a* ihre Chylusgänge; *b* das Capillarnetz; *c* *Lieberkühn*'sche Drüsen; *d* Submucosa (unter ihr der Anfang der Muskelhaut); *e* arterielle und capillare Gefässe um die Drüsen; *f* Venenzweige; *g* horizontaler Chyluscanal. Etwas stärkere Vergrösserung als Fig. 1. Injectionsmassen wie bei Fig. 7.

Fig. 9. Querschnitte von Darmzotten (System 5), Blutgefässe roth, Chylusbahn blau; *a*, *b* durch die oberen Spitzentheile, *c*, *d*, *e* durch die unteren abgeflachten Partieen; bei *c* und *d* ist das Epithelium erhalten, nicht aber bei *e* (wo die Lymphkörperchen vollkommen eingezeichnet sind).

Fig. 10. Horizontaler Schnitt durch die Schleimhaut an den Zottenbasen (System 4). *a* Schleimhautgewebe; *b* Querschnitte *Lieberkühn*'scher Drüsen; *c* solche der Darmzotten mit den blau injicirten Chylusgängen.

Fig. 11. Die horizontalen Gefäss- und Chyluscanalausbreitungen der Submucosa des Kaninchens von der Peritonaealseite aus (System 2); *a* die dunkelblau erfüllten arteriellen, *b* die hellblau injicirten venösen Abtheilungen und Astsysteme der Blutgefässe; *c* das roth gefüllte Netzwerk der weiten Chyluscanäle.

Ueber die Lymphbahnen der Peyer'schen Drüsen.

Von

Heinrich Frey.

Mit Taf. III. und IV.

Die *Peyer*'schen Drüsen haben bekanntlich seit längerer Zeit zahlreiche Aerzte und Anatomen beschäftigt. Ihre Verbreitung bei Thieren, die gröberen Structurverhältnisse beim Menschen und die Veränderungen bei manchen Krankheitsprocessen kannte schon eine verhältnissmässig ältere Epoche, während die Erforschung des feineren Baues und davon bedingt die Vorstellungen über die physiologische Leistung der fraglichen Organe aus ziemlich neuer Zeit datiren.

Bis gegen das Ende der 40 er Jahre war das Wissen über unsere Organe ein sehr dürftiges und unbefriedigendes[1]). Erst gegen das Jahr 1850 begann sich eine genauere Kenntniss derselben anzubahnen. Sonderbarerweise kam zuerst *Brücke*[2]) nach einer, wie wir jetzt sagen dürfen, verfehlten Untersuchung dahin, ihre wahre Natur als kleiner Lymphdrüsen richtig auszusprechen. Dieser Forscher, in der Absicht die Lymphgefässe des Dünndarms zu injiciren, trieb nach einer älteren Füllungsmethode mit Alkannhawurzel roth gefärbtes Terpentinöl in den Hohlraum eines abgebundenen Darmstückes bei einer jungen Katze ein, und füllte so, unter Zerreissung des Gewebes, mesenteriale, aus *Peyer*'schen Haufen mit ihren Wurzeln hervorgetretene Lymphgefässe. »An einzelnen der

1) Man vergl. z. B. die Angaben, welche sich bei *Frerichs* (Artikel: »Verdauung« im Handwörterbuch der Physiologie Bd. 3. S. 742 ff.) finden, die der Verfasser mit dem Schreiber dieses Aufsatzes nach ziemlich mühsamen Untersuchungen an der Hand der älteren Methode gewonnen hatte. Hält man dasjenige daneben, was im Jahre 1835 *F. Böhm* in seiner schönen Arbeit (De glandularum intestinalium structura penitiori. Berolini 1835 Diss. inaug.) erhalten hatte, so ist der Fortschritt jenes Zeitraumes kein grosser zu nennen.

2) Ueber den Bau und die physiologische Bedeutung der *Peyer*'schen Drüsen. Wien 1850. (Separatabdruck aus dem zweiten Band der Denkschriften der Wiener Akademie).

kleineren Drüsen sah man aus der Tiefe eine röthliche Farbe hervorschimmern, lebhafter aber waren an den betreffenden Stellen die schmalen bindegewebigen Zwischenräume gefüllt, welche die einzelnen Drüsen von einander trennen. Wiederholte Versuche gaben dasselbe Resultat und es schien mir wahrscheinlich, dass durch die Spannung und den Druck von innen her die Drüsenkapseln gegen die Darmhöhle hin einreissen, das Oel in sie eindringt und von da einen Weg in die Lymphgefässe findet«. Ueber den Weg selbst konnte *Brücke* nur so viel ermitteln, dass man zuerst in einzelnen Follikeln einen röthlichen Fleck bemerke, und dass gleich darauf zwischen diesen und den benachbarten Drüsen rothe Linien erschienen, aus deren Netzwerk sich ein Gefässbaum entwickelte, der in die Mesenterialgefässe sich fortsetzte. Dagegen erhalten wir hier zum erstenmale die richtige Angabe, dass die Zellen der *Peyer'*schen Drüsen mit denen der Lymphknoten identisch sind. In dem Bestreben, Lymphgefässe, die aus dem Follikel wegführten und andere, welche in ihn einträten, zu finden, glaubte der Verfasser damals zu folgenden Resultaten gekommen zu sein: Man sieht dass die Drüsen auf eigenthümliche Weise mit dem umgebenden Bindegewebe verbunden sind; es gehen nämlich von ihren äusseren, dem Peritonaeum zugewandten Theile zuweilen strangartige Fortsätze aus, mit Lymphkörperchen im Innern erfüllt. »Ob diese Stränge wirklich Schläuche mit geschlossenen Wandungen bilden, die nur ihrer Feinheit wegen nicht als solche dargestellt werden können, ob sie unvollkommene, mit Spaltöffnungen versehene Wandungen haben, oder ob sie endlich nur als ein Strang von Fibrillen anzusehen sind, die durch einzelne umspinnende Fasern zusammengehalten, die kernigen und zelligen Elemente des Chylus auf bestimmten Wegen fortleiten, während die Flüssigkeit in ihnen fortschreitet, wie das Wasser das durch einen Zwirnsfaden aus einem Gefässe in ein anderes übergeführt wird; alle diese Fragen wage ich nicht zu entscheiden; dass aber jene Stränge wirklich den ersten Wegen des Chylus angehören, das glaube ich im hohen Grade wahrscheinlich machen zu können.«

»Es ist gewiss und unzweifelhaft«, fährt unser Verfasser fort, »dass die Darmzotten die ersten Anfänge der Chyluswege enthalten, es ist also nur zu ermitteln, in welchen Bahnen der Chylus aus ihnen in die grösseren, durch natürliche oder künstliche Injection darstellbaren Lymphstämme gelangt. Man wird sich nun bei sorgfältiger und mit hinreichender Geduld angestellter Untersuchung überzeugen, dass von den Zotten ganz ähnliche Stränge herabkommen, wie man dieses namentlich gut an dem Rande der Plaques oder zwischen zwei Drüsen beobachten kann, welche einen grösseren Zwischenraum zwischen sich lassen, wie solches meistentheils bei Hunden der Fall ist. Solche Stränge nehmen, wenn man sie mit Essigsäure behandelt, ganz ebenso wie die zu den Drüsen gehenden, das Ansehen umsponnener Schläuche an und stellen da, wo

sie senkrecht auf ihre Axe durchschnitten sind, rundliche, helle Flecke dar, was man namentlich da sieht, wo sie zwischen den *Peyer*'schen Drüsen einerseits und den *Lieberkühn*'schen Krypten andererseits hindurchtreten. An einzelnen Präparaten ist es mir gelungen, das submucöse Bindegewebe so vollständig zu zerlegen, dass ich mit Sicherheit aussagen kann, dass es aus nichts anderem besteht als aus diesen Strängen und dem sie umspinnenden und miteinander verbindenden Bindegewebe, und dass in demselben ausserdem mit Ausnahme der leicht als solche erkennbaren Blutgefässe nichts enthalten ist, was man auch nur entfernter Weise für ein Gefäss halten könnte. Es bleiben demnach nur zwei Möglichkeiten übrig: Entweder der Chylus wird in diesen Strängen fortgeleitet, oder er gelangt aus den Zotten in die Zwischenräume zwischen den Strängen und wird aus diesen erst später durch noch unbekannte Enden der Lymphgefässe aufgenommen. Diese Zwischenräume sind aber nichts anderes als jene unregelmässigen communicirenden Räume, welche das Quecksilber anfüllt, wenn man die Canüle eines *Fohmann*'schen Injectionsapparates aufs Gerathewohl in das Bindegewebe einstösst und das Metall laufen lässt, wohin es will, und es lassen sich dessbalb gegen die letztere Ansicht alle Gründe geltend machen, welche man mit Recht gegen die Behauptung aufgebracht hat, dass auf diesem Wege ohne Weiteres die wahren Anfänge der Lymphgefässe injicirt werden. Berücksichtigt man ferner die Erscheinungen, welche ich bei der Injection mit Terpentinöl wahrgenommen habe, und zieht man in Betracht, dass ich in einzelnen Fällen in Strängen, welche von den Zotten kamen, noch Spuren einer feinkörnigen Substanz gefunden habe, dass ferner der körnige Inhalt der *Peyer*'schen Drüsen oft eine kurze Strecke in die Stränge hinein verfolgt werden kann, so scheint es mir, dass man sich der Ansicht zuwenden müsse, dass sie selbst und nicht die Zwischenräume zwischen ihnen die Wege des Chylus sind. — Sind die Stränge, wie dieses wohl möglich ist, keine Schläuche, sondern nur Bündel von Fibrillen, so kann natürlich mit diesem Ausspruche nur gemeint sein, dass die körnigen Elemente des Chylus und die Fetttröpfchen zwischen den Fibrillen fortgeleitet werden, die Flüssigkeit aber das ganze Bindegewebe durchtränkt, wenn sie auch vorzugsweise in der Richtung der Fasern fortrückt. — Es bleibt mir nur noch übrig auf die Frage einzugehen, ob jede Drüse nur mit einem oder mit mehreren Strängen in Verbindung steht. Ich kann dieselbe dahin beantworten, dass es sich nicht entscheiden lässt, ob der erstere Fall überhaupt vorkommt, indem man immer nur einen sehr dünnen Schnitt und nicht die ganze Drüse gleichzeitig untersuchen kann, dass aber der letztere entschieden und zwar oft genug Statt hat. Zunächst muss bemerkt werden, dass man an manchen Drüsen schon vom Fundus derselben mehrere Stränge abgehen sieht, welche alle centripetal, d. h. gegen die Muskelhaut hin verlaufen. Einmal habe ich deren sogar vier gezählt. Auch der obere, der Schleimhautoberfläche nähere

Theil der Drüsen schien mir Stränge aufzunehmen, welche von den Zotten kommend, unter und zwischen den *Lieberkühn*'schen Krypten hindurchgehend zu ihnen gelangen; ich muss mich aber desshalb zweifelhaft über diesen Gegenstand ausdrücken, weil es mir nie gelungen ist, den dunklen Inhalt der Drüse in solche Stränge hinein zu verfolgen.«

Am Schlusse der Arbeit spricht sich *Brücke* dahin aus, dass die *Peyer*'schen Drüsen in der Darmwand lagernde Lymphdrüsen sind, welche dem Chylus seine ersten organisirten Elemente bereiten.

Hat sich nun auch, wie wir sehen werden, der verehrte Forscher hinsichtlich der Wege des Chylus völlig getäuscht, immerhin gebührt ihm das Verdienst, den Vorstellungen von gewöhnlichen drüsigen Absonderungsorganen, wofür solitäre und gehäufte Follikel bis dahin galten, zuerst entgegengetreten zu sein.

Wir hatten im Jahre 1851 das Glück, einen weiteren Beitrag[1]) zur Kenntniss der uns hier beschäftigenden Organe zu liefern, indem wir das den Follikel durchziehende entwickelte Gefässnetz nachwiesen, eine Entdeckung, welche der Ausgangspunkt weiterer wissenschaftlicher Erwerbungen im Gebiete verwandter Organe geworden ist.

Wie zu erwarten stand, fand die *Brücke*'sche Arbeit anfänglich sehr verschiedenartige Beurtheilungen. Aus der damaligen Literatur heben wir nur die erste Besprechung *Kölliker's*[2]) hervor.

Dieser Forscher spricht es aus, dass bei *Brücke's* Injection weniger von den Follikeln aus die Chylusgefässe gefüllt worden seien, als von den Zwischenräumen zwischen den Follikeln. In Betreff der von den Follikeln austretenden und in sie eingehenden Stränge nimmt er eine Verwechslung an. Die Stränge in den Zotten seien die Muskelfasern, die der unteren Partieen des Follikels hält er für Bindegewebebündel und für Nervenstämmchen. Auf die Analogie mit Lymphdrüsen sei vorläufig kein Gewicht zu legen, da es auch von diesen nichts weniger als bewiesen sei, dass die Lymphgefässe in ihre Follikel sich öffnen und ebenso beweise auch die Uebereinstimmung der Zellen des *Peyer*'schen Follikels mit denen der Lymphdrüsenfollikel und den Lymphkörperchen selbst durchaus nichts, da es sich hier um Zellen von ganz indifferenter Natur handele, wie sie auch an vielen anderen Orten, (*Malpighi*'sche Körperchen der Milz, Tonsillen, Bälge der Zungenwurzel, Thymus) ganz in gleicher Form sich vorfänden. Trotzdem kommt *Kölliker* am Schlusse seiner langen Erörterung hinsichtlich der physiologischen Verhältnisse zu einem ähnlichen Resultate wie *Brücke*.

Da wir hier keine Geschichte der *Peyer*'schen Drüsen schreiben

1) Man vergl. die Dissertation von *F. Ernst.* Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851. c. Tab.

2) S. dessen Mikroskopische Anatomie. Bd. 2. 2. Hälfte. Abthlg. 1. S. 188. Leipzig 1852.

wollen, so können wir die späteren Angaben des Würzburger Anatomen, ebenso verschiedene den 50er Jahren angehörige Publicationen Anderer übergehen und unsere Erörterungen mit der Angabe *Brücke's*[1]) aus dem Jahre 1855 fortführen, dass bei noch blinden Jungen von Mus decumanus Chylus im Centrum der *Peyer*'schen Follikel zu erkennen sei, eine Beobachtung, welche *Kölliker*[2]) erweiterte, indem er bei jungen Hunden, Katzen und Mäusen Aehnliches sah, obgleich er die Fettmoleküle des Chylus meist nur in dem der Darmhöhle zugewendeten Theile der Follikel antraf.

Der Erste, welcher das zarte bindegewebige, den Follikel durchziehende Netzgerüste sah, scheint *Donders*[3]) gewesen zu sein. Er konnte es indessen nicht bis in das Centrum des Follikels verfolgen.

Im Jahre 1859 drückt *Kölliker*[4]) in der Frage nach der Natur der *Peyer*'schen Follikel sich folgendermaassen aus:

»Der von *Brücke* behauptete Zusammenhang der Follikel der *Peyer*'schen Haufen mit Chylusgefässen, wonach diese Organe als Lymphdrüsen zu deuten wären, verdient auf jeden Fall alle Berücksichtigung. Eine unbefangene Würdigung der vorliegenden Thatsachen führt jedoch zu dem Ergebnisse, dass der directe Uebergang der Follikel in Chylusgefässe, wie ihn *Brücke* zuerst statuirte, noch immer nicht bewiesen ist, und ebenso scheinen mir auch die, wie *Brücke* jetzt annimmt, im Innern der Follikel befindlichen interstitiellen Chylusräume, die an den Gefässen derselben liegen und aussen an den Follikeln zu wirklichen Lymphgefässen führen sollen, noch nicht hinlänglich demonstrirt. Eine Differenz zwischen den *Peyer*'schen Haufen und den Lymphdrüsen ist auch nicht zu läugnen. In letzteren communiciren die Alveolen direct untereinander, während bei den ersteren die Follikel fast ohne Ausnahme rings herum ganz geschlossene Blasen sind (Communicationen einzelner Follikel, wie sie *Henle* und *Brücke* sahen, sind sicher sehr selten; ebenso sah ich die Follikel nie an einer Seite ohne Wand); die Lymphdrüsen haben ferner zu- und abtretende Chylusgefässe, an den *Peyer*'schen Haufen sind nur die letztern bekannt.«

Während die Zweifel an der Existenz intrafollikulärer Chylusräume sicher begründet sind, enthält die Annahme *Kölliker's* über Communicationen der Follikel, über die geschlossene Blase und über die Nichtabwesenheit einer Wandschicht an einer Stelle der Peripherie ebenso viele Unrichtigkeiten.

Zum Schlusse kommt *Kölliker* dahin auszusprechen, dass immerhin

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1855 Feb. Bd. 15. S. 267.

2) Würzburger Verhandlungen. Bd. 7. S. 177.

3) S. dessen Physiologie des Menschen. Deutsche Uebersetzung. Bd. 1. S. 321. Leipzig 1856.

4) Vergl. dessen Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 3. Aufl. S. 431.

die *Peyer*'schen Follikel doch eine Art von terminalen Lymphdrüsen ohne zuführende Gefässe sein könnten.

Wir glauben es gerade als ein Verdienst unserer Injectionen ansehen zu können, dass wir überall diese zuführenden Wege dargethan haben. (S. unten).

Ueber die feinere Structur der *Peyer*'schen Follikel machte im Jahre 1859 *Heidenhain*[1]) einige auf den Hund und das Kaninchen bezügliche Mittheilungen. Er hält die Wand des Follikels für allseitig geschlossen, aus einem sehr dichten Bindegewebe bestehend, das sich an seiner äusseren Grenze in mehr oder weniger parallele, sehr nahe aneinander gedrängte Fasern spalten lasse.

Das im Innern des Follikels vorkommende und mit den ihn durchziehenden Blutgefässen verwebte netzförmige Gerüste — welches vor jenem Verfasser schon von *Donders* und *Billroth* gesehen war, (wozu des Letzteren Beiträge zur pathologischen Histologie. Berlin 1858. S. 130 zu vergleichen sind) — soll aus einem Netze von Fasern bestehen, die von der Hülle kommend, die Gefässmaschen ausfüllen und die ganze Höhle des Follikels durchziehen. An den Knotenpunkten, wo mehrere Balken zusammentreffen, gehen sie häufig in eine Zelle über, welche einen grossen ovalen Kern enthält, so dass ein Theil der Balken nichts weiter darstellt, als die Ausläufer sternförmiger, oder mehrstrahliger Zellen. Ausser an den Knotenpunkten fand *Heidenhain* auch grosse ovale Kerne im Verlaufe einzelner Balken eingelagert, so dass also hier Spindelzellen vorkommen. Daneben (sicher aber irrthümlich) will er in die Balken eingebettet noch eine zweite kleinere, im Habitus den Lymphzellen gleichende Zellenformation getroffen haben. Das Anlegen und Verschmelzen der Balkenfasern mit der Aussenfläche der Capillaren wurde erkannt, dagegen aber in Folge eines Beobachtungsfehlers die Communication hohler Balkenfasern mit dem Innenraum der Haargefässe behauptet. Ueber Lymphbahnen der *Peyer*'schen Follikel enthält die *Heidenhain*'sche Arbeit nichts.

Auf *Eckard's* Angaben (*Virchow's* Archiv. Bd. 17. S. 171), dass das Balkengerüste der *Peyer*'schen Follikel ein elastisches Fasernetzwerk sei, einzutreten, halten wir nicht der Mühe werth.

Gehen wir jetzt zu den ausführlichen Untersuchungen über, welche vor einigen Jahren ein höchst verdienter Beobachter, *Henle* nämlich[2]), mitgetheilt hat.

Derselbe spricht sich im Eingang seines Aufsatzes gegen die Identificirung der Solitär- und *Peyer*'schen Drüsen, der linsenförmigen Magendrüschen, der Milzkörperchen, der Balgdrüsen der Zungenwurzel, der

1) *Reichert's* und *Du Bois-Reymond's* Archiv. 1859. S. 460.

2) Zur Anatomie der geschlossenen (lenticulären) Drüsen oder Follikel der Lymphdrüsen. In seiner und *Pfeufer's* Zeitschrift für rationelle Medizin. 3. Reihe. Bd. 8. S. 201. (Separatabdruck).

Tonsillen, Thymus und Trachomdrüsen mit Lymphdrüsen aus. Sei auch die Structur eine vielfach verwandte, die einzig sichere Thatsache in der Anatomie der Lymphdrüsen selbst, die Existenz zu- und abführender Lymphgefässe sei für die übrigen Glieder der Gruppe unerwiesen. Für die *Peyer*'schen Drüsen sei selbst die Gegenwart abführender Gefässe noch nicht zweifellos dargethan. Habe doch *Hyrtl*, als er die Darmlymphgefässe grosser Vögel vollständig injicirt, niemals ein Gefäss zu oder von einem Follikel kommen gesehen. Auch die Annahme einer Erzeugung von Lymphkörperchen im Innern jener Gebilde und eines nachherigen Ueberganges in den Lymph- und Chylusstrom erscheint ihm bedenklich. Müssten doch diejenigen Organe erst noch entdeckt werden, in welchen die Lymphkörperchen sich bilden, die in der von der äusseren Haut und von »glatten« Schleimhäuten stammenden Lymphe enthalten sind, oder es müsste doch wenigstens nachgewiesen werden, dass die Lymphgefässe, welche in der Gegend geschlossener Drüsen ihren Ursprung nehmen, eine an Körperchen überwiegend reiche Lymphe führten.

Die ganze Gruppe, für welche der ältere Name der »conglobirten« Drüsen von *Henle* wieder hergestellt wird, besteht in ihren einzelnen Gebilden aus einem netzförmigen, von Gefässen durchsetzten Bindegewebe, in dessen Maschen kuglige Körperchen, durch ein mehr oder minder zähflüssiges Bindemittel zusammengehalten, infiltrirt sind. Die Balken des Bindegewebenetzes sind von wechselnder Stärke, die Maschen mehr oder minder eng, mehr oder minder regelmässig; unter Umständen wird das Netz an der Peripherie eines kugelförmigen Klumpens der Körperchen zu einer Membran, einer Art Kapsel, zusammengedrängt, welche trotz ihrer Spalten dicht genug ist, den zähen Inhalt zurückzuhalten. Eine structurlose, der Tunica propria acinöser Drüsen vergleichbare Kapsel existirt nirgends; der Anschein einer solchen entsteht nur dadurch, dass der aus Lücken und Rissen der bindegewebigen Umhüllung hervorquellende Inhalt, in Berührung mit Wasser, an der Oberfläche gerinnt. Der zellige Charakter der Knotenpunkte des Balkennetzes wird für die ganze Gruppe der Organe noch von *Henle* in Abrede gestellt. Zu der bekannten *Leydig*'schen Annahme, dass das Gerüste der conglobirten Drüsen die aufgefaserte Bindegewebshaut der Gefässe sei, bemerkt der Verfasser, sie passe für manche Fälle und insbesondere auf die *Malpighi*'schen Körperchen der Milz. Aber die Bindegewebshaut der Gefässe habe vor anderm lockeren Bindegewebe nichts voraus und auch andere Netze könnten durch Einlagerung jener an Lymphkörperchen erinnernden Zellen zu conglobirten Drüsen werden. Dem die conglobirte Drüse durchziehenden Netzgerüste spricht *Henle* den zelligen Charakter ab. Der vermeintliche Kern der Knotenpunkte soll seiner Meinung nach nichts anderes sein, als der kreisrunde oder elliptische Querschnitt, der aus dem Netze senkrecht gegen das Auge des Beobachters aufsteigenden Bindegewebsbündel und Capillargefässe; der Anschein eines Kernkörperchens möge

gelegentlich von Unebenheiten der Schnittfläche, von elastischen, durch die Axe der Bindegewebsbündel verlaufenden Fasern, von irgend einem Inhalte der Gefässe und dergl. veranlasst sein.

Schon an einem anderen Orte, bei Gelegenheit unserer Untersuchungen über die Lymphdrüsen, haben wir das Irrthümliche dieser Deutung hervorgehoben, wesshalb es überflüssig erscheinen muss, nochmals darauf zurückzukommen. Nur die Bemerkung mag hier noch ihre Stelle finden, dass eine vorsichtige Carmintinction die sichersten und schönsten Ansichten der Kerne und der zelligen Beschaffenheit vieler Knotenpunkte gewährt.

Als günstigstes Object zur Beobachtung der conglobirten Drüsen werden von *Henle* die Trachomdrüsen empfohlen und zwar beim Schaf und Schwein. In ihrer näheren Umgebung kommen im Bindegewebe lymphzellenähnliche Körperchen vor, zwar noch nicht so zahlreich, um dem Bindegewebe den Charakter eines Maschengewebes zu verleihen, aber doch auffallend genug, um als wesentlicher Bestandtheil der Schleimhaut zu erscheinen. Nach der Art des Schnittes erscheinen bei Essigsäurezusatz diese Körperchen entweder in unregelmässigen Längsreihen angeordnet, oder in Zwischenräumen kreisförmiger Querschnitte der gequollenen Bündel zusammengepresst. Das, was man gewöhnlich Follikel zu nennen pflegt, d. h. die massenhaften, die Schleimhaut hervorwölbenden, dem unbewaffneten Auge auffälligen Anhäufungen von Körperchen, sieht man bisweilen schon ohne weiteres von dem Balkennetze durchsetzt; in anderen wird letzteres erst nach Anwendung verdünnter Kalilauge sichtbar und wieder andere entbehren in einem grösseren oder kleineren Theile des Centrums jeder bindegewebigen Grundlage und bestehen hier nur aus Körperchen und sparsamen Blutgefässen. Den Follikel umgiebt in der Regel ein Rayon von entschieden netzförmigem Bindegewebe, aus deutlich faserigen, im ungezerrten Zustande deutlich wellenförmig geschwungenen Bälkchen, welche sich nach aussen an compacte Bindegewebszüge anlehnen und gegen den Follikel allmählich verfeinern; doch kommen hierin manche Verschiedenheiten vor. Das peripherische Netz ist nach der einen oder andern Seite unvollkommen, so dass Follikel zusammenfliessen oder gegen die Oberfläche bis an's Epithelium oder in die Tiefe bis zur sogenannten Nervea reichen. Einmal sah *Henle* das peripherische Netz durch eine Schicht heller Drüsensubstanz in zwei concentrische Schichten getheilt. — Die Mächtigkeit des peripherischen Netzes steht in keinem bestimmten Verhältniss zum Durchmesser der Follikel. Auch sind es nicht ausschliesslich die grössten Follikel, deren Centrum von Bindegewebe frei ist. Die Art aber, wie die Bindegewebsbalken sich gegen das Centrum des Follikels verdünnen und schliesslich verlieren, während in derselben Richtung die Maschen sich vergrössern und endlich zusammenfliessen, macht es wahrscheinlich, dass die Balken durch Füllung der Maschen gedehnt und durch äusserste Dehnung atrophisch werden. Wie die Zunahme

der Körperchen erfolgt, ob durch Zeugung von den vorhandenen aus oder durch neue Zufuhr, lässt *Henle* grundsätzlich unerörtert.

Wir haben diese Stelle ihrer Bedeutung halber genau wiedergegeben. Eine Zeichnung zeigt daneben noch die unteren Theile der Follikel von Hohlgängen theilweise umgeben, welche unserer Ansicht nach die lymphatischen Umhüllungsräume der Trachomdrüsen sein dürften[1]).

»Aber um dem Begriff zu entsprechen, den man mit dem Namen »Follikel« zu verbinden pflegt, fährt *Henle* fort, fehlt den conglobirten Drüsen noch mehr als der Balg; auch die kuglige, sackförmige Begrenzung ist nur eine Zufälligkeit, durch besondere Structurverhältnisse des infiltrirten Gewebes veranlasst, nicht allgemein und nicht einmal so häufig, als es den Anschein hat. Die Abtheilung in Kugeln ist oft nur auf die Oberfläche beschränkt während in der Tiefe die conglobirte Substanz zusammenfliesst und sich ganz unregelmässig gegen die Umgebung absetzt. Nicht selten sind es cylindrische, oder nach Art der Hirnoberfläche unregelmässig gewundene Massen, die in gewissen Durchschnitten als Kreise erscheinen. Dass die sogenannten Follikel der *Peyer*'schen Drüsen sich an ihrer unteren, der Nervea zugekehrten Fläche undeutlich begrenzt in das Bindegewebe verlieren, hat bereits *Ernst* angegeben und *Brücke* und ich haben es bestätigt«[2]).

In der Frage, was dem hüllenlosen Follikel der conglobirten Drüsen die Kugelgestalt verleiht, bemerkt der Verfasser Folgendes:

»Man könnte die Form der Gruppen von der Tendenz der Körperchen, sich nach gewissen Richtungen zu theilen und zu vermehren, ableiten, wenn nur überhaupt die Vermehrung der Körperchen durch Theilung gesicherter wäre. Das Wahrscheinlichste ist, dass die Structur des Gewebes, in welches die Ablagerung stattfindet, die Art der Gruppirung der Körperchen bestimmt und insbesondere, dass die in gewissen Abständen zur Oberfläche verlaufenden Gefässstämmchen nebst den stärkeren Bindegewebssträngen, von welchen sie begleitet werden, die Drüsenmasse in einzelne follikelähnliche Abtheilungen scheiden.«

Zur weiteren Orientirung ist ein verticaler Durchschnitt des Blinddarms des Kaninchens am Rande einer *Peyer*'schen Drüse gezeichnet, um darzuthun, wie gerade diejenigen Stellen der Nervea zur Infiltration benutzt und von derselben ausgefüllt werden, welchen die Schleimhaut lockerer adhärirt und über welchen sie sich bei den Verkürzungen der Muskelhaut faltet. — Wir werden sehen, wie manches Treffende diese An-

1) Eine Vermuthung, welche sich nachträglich durch unsere Injectionen der Trachomdrüsen bewährt hat. (S. Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. in Zürich, Bd. 7).

2) Auch die Untersuchungen von *Basslinger* (Wiener Sitzungsberichte Bd. 13. S. 536) ergeben für die *Peyer*'schen Drüsen der Vögel ein ähnliches Resultat. Nur nach unten, gegen die Muscularis hin, haben sie eine scharfe Grenze. Nach oben zwischen den Schlauchdrüsen breiten sie sich bedeutend aus und gehen hier ohne scharfe Grenze in die Substanz der Zotten über. — Spätere Angaben (Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. IX. S. 299) erweitern Einiges.

gaben *Henle's* auch für die *Peyer*'schen Follikel enthalten und wie richtig ein später folgender Ausspruch des Verfassers ist: »Haben wir den Charakter dieser eigenthümlichen Art von Drüsenparenchym richtig gedeutet, so gehört dazu ein infiltrirbares Bindegewebe und eine infiltrirbare Substanz.«

Kurze Zeit nach dem Erscheinen der *Henle*'schen Untersuchung veröffentlichte *His* seine gehaltvolle Arbeit über die zum Lymphsystem gehörigen Drüsen[1]). Aus ihr heben wir die für unsere Organe wichtigeren Ergebnisse hervor.

Zwischen den Capillaren der Follikel ausgespannt kommt bei allen, den Lymphdrüsen verwandten Organen ein äusserst dichtes, dabei sehr zartes Netzwerk vor, welches, wenn auch nicht ausschliesslich, doch überwiegend durch vielfach verzweigte und miteinander anastomosirende Zellen gebildet wird und in seinen Maschen Lymphkörperchen beherbergt.

Die Elemente des Gerüstes sind Zellen mit einem meist ovalen, zuweilen auch mehr rundlich granulirten Kern (von 0,003—0,0035‴ Breite und 0,004—0,006‴ Länge). Diese Zellen besitzen einen nur schwach entwickelten, in der Regel fast ganz vom Kern erfüllten Zellkörper, von dem aus nach verschiedenen Seiten hin 4—8 Ausläufer ausstrahlen; diese sind sehr fein, haben meist nicht mehr als 0,0002—0,0003‴ Durchmesser; sie verzweigen sich dichotomisch und pflegen schon untereinander, noch mehr aber mit denen benachbarter Zellen sich zu verbinden. Nicht selten gelingt es, die Zellen sammt ihren länger oder kürzer erscheinenden Ausläufern isolirt zu erhalten. Man kann sich dann überzeugen, dass die Kerne nicht etwa bloss zwischen den Maschen des Fadennetzes, sondern in einem besonderen Zellkörper eingebettet sind. Diesen Ausspruch erhärtet dann der Verfasser durch die schöne Abbildung einer derartigen, durch Pinseln isolirten Gerüstzelle aus dem *Peyer*'schen Follikel eines Kaninchens.

Die schon mehrfach von anderer Seite ventilirte Frage über das Verhältniss der Haargefässe zu den Fasern und Zellen des Balkennetzes erläutert *His* richtig dahin, dass die Capillaren eine Art von Adventitia durch die Zellen und ihre Ausläufer oder auch durch eine sehr dünne Bindegewebeschicht besitzen und dass diese Adventitia, nicht aber der Hohlraum des Blutgefässes es ist, welche die Verbindung des Gefässes mit den Trabekeln des Drüsenstroma's vermittelt.

Im Jahre 1860 theilte *W. Krause*[2]) Untersuchungen über die *Peyer*'schen Drüsen mit. Er konnte die Angaben *Basslinger's* im Allgemeinen für die Gans bestätigen. Es gelang ihm durch Auspinseln erhärteter Follikel bei diesem Thiere ein den Säugern ähnliches, nur feineres und engmaschigeres Balkennetzwerk nachzuweisen. Die Communicationen von Follikeln unter einander sah er beim Menschen, ebenso eine unvoll-

1) In der Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. X. S. 333.
2) Anatomische Untersuchungen. Hannover 1861. S. 136.

ständige Begrenzung derselben. An Solitärfollikeln fand der Verfasser die Inhaltsmasse in die Substanz einer Zotte sich fortsetzend, was man passend als Lymphinfiltration in das Gewebe derselben bezeichnen könnte; Aehnliches boten das Schwein und Kaninchen dar. »Ueberall aber«, fährt *Krause* fort, »ist die grosse Mehrzahl der Follikel rund und völlig geschlossen, woraus sich die bestehenden Controversen hinreichend erklären lassen dürften«.

An Injectionspräparaten sah *Krause* das Capillarnetz des *Peyer*'schen Follikels continuirlich durch diesen sich erstrecken. Von Schlingen (die wir, beiläufig bemerkt, niemals angenommen haben) konnte er nichts bemerken. Ebenso überzeugte er sich von der Abwesenheit einer besonderen, den Follikel abschliessenden Kapsel. In den Fasern des Balkennetzes fand der Verfasser wenigstens sparsame Kerne eingelagert. Endlich konnte er die früher erwähnten Angaben von *Brücke* und *Kölliker* über die Anfüllung der *Peyer*'schen Haufen mit Chylusmolekülen bei saugenden Thieren bestätigen.

Die bisher erwähnten zahlreichen Untersuchungen haben über die *Peyer*'schen Drüsen zahlreiche und wichtige, die Textur des Organes betreffende Thatsachen gebracht. Wie ein rother Faden zieht sich aber durch alle die Unkenntniss der Lymphbahnen hindurch. Ohne die Bahnen in den Lymphdrüsen zu kennen, musste der *Peyer*'sche Follikel ein unverständliches Gebilde bleiben.

Nachdem für die Lymphknoten der »belebende« Strom gefunden war, erhielten wir die ersten Injectionsstudien für die *Peyer*'schen Drüsen durch *Teichmann*[1]). Ist auch hier noch Einzelnes lückenhaft geblieben, ihm gebührt das Verdienst, die Lymphbahn der uns hier beschäftigenden Organe zuerst ermittelt zu haben. Gehen wir desshalb zur Erörterung seiner Beobachtungen über.

Im Anfange der Darstellung giebt der Verfasser zunächst zu, dass *Brücke* mit vollem Rechte wenigstens das Gewebe der Lymphdrüsen und der *Peyer*'schen Follikel für identisch nehmen durfte. Allein in der Uebereinstimmung dieser Gewebe liege noch kein Beweis, dass die *Peyer*'schen Drüsen wirklich Lymphknoten seien; wenigstens müsste man, wollte man beide Organe gleich stellen, an den *Peyer*'schen Drüsen die Vasa efferentia nachweisen. Dieses sei *Brücke* jedoch nicht geglückt. Die Bindegewebestränge seien keine ausführenden Gefässe; ebenso habe *Hyrtl* für die Vögel bei seinen Injectionsversuchen keinen Zusammenhang zwischen Chylusgefässen und *Peyer*'schen Drüsen erhalten. Indessen sei die *Brücke*'sche Ansicht auch dann noch festgehalten worden, da die Blutgefässe und das Netzgerüste beider Organe als gleich angesprochen seien; bei der Unkenntniss der Lymphbahnen musste indessen jene Auffassung nur eine Hypothese bleiben. *Teichmann* behauptet, diese Hypothese sei unrichtig, denn die vollständigsten Injectionen der Chylusge-

1) In dessen bekanntem Werke, S. 88.

fässe, welche er in zahlloser Menge im Darme des Menschen und der verschiedenen Säugethiere ausgeführt habe, wiesen auf das Entschiedenste nach, dass die *Peyer*'schen Drüsen und solitären Follikel keine Chylusgefässe besässen und dass weder die einen noch die anderen mit diesen Gefässen in irgend einer Verbindung oder einem Zusammenhang stehen. Das Einzige, was man finde, sei, dass an den Stellen, wo die *Peyer*'schen Drüsen oder solitären Follikel vorkommen, die Regelmässigkeit im Verlauf der angrenzenden Chylusgefässnetze des Darms durch sie gestört werde. Die Grösse der Störung hänge aber von der Anzahl und Grösse der einzelnen Follikel ab; sie könne somit nicht allein im Darme der verschiedenen Thiere, sondern auch im Darm eines und desselben Individuums eine verschiedene sein.

Kleine Follikel besitze der Dünndarm des Schafs und darum sei die oben erwähnte Störung des Verlaufes auch nur eine geringe; sie treffe entweder allein die oberflächliche Schicht, welche nach aussen gedrängt und zurückgeschoben werde, oder das ganze Chylusgefässnetz, welches dann an der Stelle, wo ein Follikel liege, seiner ganzen Dicke nach eine Lücke erhalte, wie Querschnitte und mit Terpentinöl durchsichtig gemachte Präparate leicht lehren, wo dann die Stelle des Follikels eine gefässfreie Lücke bilde. Beim Kalbe dagegen, in dessen Dünndarm die gedrängt stehenden *Peyer*'schen Follikel häufig grosse Flächen einnähmen, wo die einzelnen Follikel nicht allein neben-, sondern auch aufeinander (?) lägen, wo ferner die Drüsen von der Darmhöhle weiter entfernt seien, als im Darme des Menschen, des Hammels und zahlreicher anderer Thiere, und desshalb überall eine Bedeckung von Darmzotten führten, zeige auch das Chylusgefässnetz ein anderes Verhalten als bei den übrigen, von dem Verfasser untersuchten Thieren. Das Auffallendste aber sei hier, dass die Chylusgefässcapillaren, von ihrem Ursprunge in den Zotten an bis zu den mit Klappen versehenen Stämmen in Folge der durch die Anhäufung der Drüsen hervorgerufenen Circulationsstörungen in bedeutendem Grade erweitert seien. — In ihrem Verlaufe verhalten sich nach *Teichmann* die Gefässe folgendermaassen: »Nachdem sie die Darmzotten verlassen und die oberflächliche Schicht des Netzes in der Schleimhaut gebildet haben, treten sie als dünne Aeste durch den *Brücke*'schen Muskel und begegnen nun erst unterhalb desselben den angehäuften *Peyer*'schen Drüsen. Hier zerfallen sie nun wiederum in ein Netz und umgeben, als solches die einzelnen Follikel; an der nach aussen gewandten Seite angelangt, sammeln sie sich sogleich zu grösseren Stämmen, zwischen welchen dann die mit Klappen versehenen Gefässe entstehen. Erwähnenswerth ist noch, dass beim Kalbe die zwischen den nahe beieinander liegenden Follikeln verlaufenden Gefässe so breit und flach gedrückt sind, dass die Chylusgefässnetze den Charakter der Gefässe verlieren; die Injectionsmasse dringt in solche Netze leicht ein, und um so sicherer kann man desshalb auch nachweisen, dass sie in die Follikel nicht hineingehen«.

Auch beim Menschen zeige das schwierig zu gewinnende Injectionspräparat das Netz der dünnen Chylusgefässe durch den *Peyer*'schen Follikel nach aussen hin verdrängt. Selbst im Dickdarm des Menschen verhalte sich um die solitären Follikel das Gefässnetz ähnlich.

»Ich weiss recht wohl«, schliesst *Teichmann* seinen Aufsatz, »dass dieser anatomische Satz der gegenwärtigen Lehre über die *Peyer*'schen Follikel schroff gegenübersteht, und dass dadurch nur eine Verlegenheit für die Physiologie bereitet wird, da sie von Neuem die Frage nach der Natur und Bedeutung der Follikel stellen muss. Allein für die Anatomie ist das gleichgültig, sobald der Fund ein feststehendes Factum ist; und dass ich das von meinen hier gemachten Mittheilungen mit Recht behaupten darf, wird der Augenschein weniger Präparate, sei es vom Menschen, sei es von den erwähnten Thieren darthun, hoffentlich schon die Ansicht beigefügter Abbildungen«.

Wir werden in dem Folgenden finden, dass *Teichmann* allerdings Vieles richtig gesehen, sich aber in der Deutung wesentlich geirrt hat. Wäre er nicht von unrichtigen Anschauungen über die Lymphknoten befangen gewesen, hätte er seine Injectionspräparate im feuchten Zustande histologisch gründlicher ausgebeutet, er hätte nicht das schöne Parallelverhältniss zwischen Lymphdrüsen und *Peyer*'schen Follikeln so total zu verkennen vermocht, als es ihm leider begegnet ist. Uns war es wenigstens schon bei unserer ersten Einspritzung verständlich und die erfreuliche Bestätigung der über den Lymphdrüsenstrom früher publicirten Darstellungen gewährend.

Schon *His*, welcher bald in einer neuen Arbeit[1]) die Materie wieder aufnahm, kam hier unserer Ansicht nach zur Ermittelung des wahren Verhaltens. Zu seinen Untersuchungen gehen wir darum über.

»Untersucht man feine Querschnitte *Peyer*'scher Drüsen«, sagt *His* im Eingange seines Aufsatzes, »so begegnet man häufig Bildern, aus denen hervorgeht, dass die in den Interstitien zwischen den Follikeln befindlichen Gewebsstränge aus einer Substanz bestehen können, die in allen wesentlichen Punkten mit der Follikularsubstanz selbst übereinstimmt. Es können nämlich jene interfollikulären Schleimhautpartieen wie die Follikel aus einem gefässtragenden, von Lymphkörperchen reichlich durchsetzten Netzwerk feiner Bälkchen sich aufbauen. — Diese Thatsachen in Verbindung gebracht mit manchen andern, gelegentlich gemachten Beobachtungen haben schon seit geraumer Zeit in mir die Vermuthung erweckt, dass wohl am Ende die ganze Darmschleimhaut, soweit sie nicht absondernde Drüsen enthält, aus einer Substanz bestehe, die die Bedeutung der Lymphdrüsensubstanz besitze; demnach würden die Follikel natürlich nicht mehr als Bildungen eigener Art zu betrachten sein, sondern

1) Untersuchungen über den Bau der *Peyer*'schen Drüsen und der Darmschleimhaut. Leipzig 1862. (Separatabdruck aus Bd. XI. Heft 4 der Zeitschrift f. wissensch. Zoologie).

als stärkere Entwickelung eines durch den ganzen Darm verbreiteten Bestandtheiles der Schleimhaut.«

Schon in einer früheren, die Lymphbahnen des Dünndarmes behandelnden Arbeit hat der Schreiber dieser Blätter die von *His* aufgeworfene Frage nach seinen Erfahrungen ventilirt, so dass es überflüssig wäre, hier nochmals auf den Gegenstand zurückzukommen.

Da die *His*'schen Angaben der *Peyer*'schen Drüsen aus einer Reihe Einzelbeobachtungen und Beschreibungen bestehen, so halten wir es am zweckmässigsten, hier zunächst nur die für das Kalb gefundenen Ergebnisse vorauszuschicken, um dem Leser so eine Vorstellung der *His*'schen Auffassung zu verschaffen, und werden später bei unseren eigenen Specialbeobachtungen auf jene des Basler Forschers im Detail zurückkommen.

Die mächtigen *Peyer*'schen Haufen, welche als lange Bänder das Ileum des Kalbes einnehmen, zeigen auf feinen Verticalschnitten unterhalb der ziemlich dicht stehenden Darmzotten die Schicht der *Lieberkühn*'schen Drüsen und von letzterer bedeckt eine sehr mächtige, ungefähr 1''' starke Lage der Follikel. Unter der Follikelschicht folgt erst die Muscularis mucosae. Die Follikel zeigen längliche Formen, mit ihrer grossen Axe senkrecht zur Schleimhaut stehend; oftmals kommen an ihren oberen und unteren Theilen flaschenförmige Verschmälerungen vor; hier und da sieht man auch, wie ein Follikel sich in zwei Abtheilungen zerspaltet, oder wie zwei benachbarte Follikel miteinander verschmelzen. Nach abwärts sitzen jene der Mucularis mucosae entweder unmittelbar auf oder sind durch längere spaltenartige Räume von einander getrennt. Ist letzteres der Fall, so bemerkt man, wie von Strecke zu Strecke gefässtragende Stränge an den Follikel herantreten und mit dessen Gewebe verschmelzen. (Vergl. die oben erwähnten Angaben *Brücke*'s).

Nach einwärts gegen die Follikellage ist die Begrenzung der Follikel keineswegs scharf, (wenn nicht anders die Follikelkuppe, nur von Epithelium bekleidet, frei in die Darmhöhle einspringt), sondern es verlieren sich jene ohne bestimmte Grenze in das benachbarte Gewebe. Durch das follikuläre Stratum herauf erscheinen die einzelnen Follikel (abgesehen von Verschmelzungen) ebenfalls durch spaltartige Räume von einander abgetrennt, welche ihrerseits meist der Länge nach von fibrösen Balken durchsetzt werden, die nach oben mit der Drüsenschicht und der Muscularis mucosae zusammenhängen.

In jenen Balken verlaufen von der Nervea kommende stärkere Blutgefässstämmchen (Arterien wie Venen), welche meistens bis zur Drüsenschicht gehen und hier erst, ebenso in den darüber befindlichen Darmzotten ihre capillare Ausbreitung finden. Zum Theil jedoch legt sich die Scheidewand streckenweise an den Follikel an, mit ihm hier verschmelzend, und an solchen Localitäten gelangen dann Blutgefässe jener in den Follikel selbst. Daselbst sollen sie im Allgemeinen so sich verbreiten, dass

die von unten oder von den Seiten her eingetretenen Gefässstämmchen an der Peripherie bleiben und ihre Capillarzweige gegen das Centrum des Follikels hin senden; bevor sie jedoch dieses erreicht haben, sollen die Haargefässe schlingenförmig umzubiegen pflegen (wie namentlich der Querschnitt lehrt). Man hat daher einen innersten gefässlosen Theil des Follikels; hier ist auch das Reticulum unvollständig entwickelt oder geradezu fehlend. Dieser Raum entspricht nach *His* bis auf einen gewissen Grad seinen Vacuolen der Lymphknoten, obwohl er nie so scharf gegen die Peripherie sich absetze als bei letzteren.

Die Spalten zwischen und um die Follikel ergeben sich bei der subcutanen Injection als Chylusbahnen, denn es füllen sich Darmzotten, absteigende Bahnen zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen, jene interfollikulären Spalträume und die Chylusgefässstämmchen der Submucosa. Wo *Teichmann* also hier Gefässe angenommen hat, da sieht *His* — und fügen wir gleich hinzu mit vollem Rechte — Lücken der Mucosa.

Führt man etwa in halber Höhe einen Flächenschnitt durch das follikuläre Stratum, so gewinnt man die entsprechenden Bilder; ein fibröses Fachwerk beherbergt in seiner Masche den Follikel, hier und da in sein Gewebe strangartig sich fortsetzend, und zwischen Follikel und Scheidewand finden sich die kreisförmigen Spalträume, die Behälter der Injectionsmasse und des Chylus.

Die letzteren versieht *His* mit dem Namen der »Schleimhautsinus« und erkennt mit Recht die Verwandtschaft zwischen Lymphknoten und *Peyer*'schen Haufen.

Das Netzgerüste des Follikels ist beim Kalb vorzugsweise aus verzweigten Zellen bestehend, ähnlich denen der Thymus.

Wie verhalten sich aber die Follikel nach aufwärts gegen die Schicht der *Lieberkühn*'schen Drüsen und nach abwärts zur Muscularis mucosae?

Ein Horizontalschnitt der Mucosa, welcher unterhalb der Zottenbasen gewonnen wurde, zeigt *His* ein System netzförmiger, Gefässe und Schlauchdrüsen führender Schleimhautfalten, welches rundliche, $\frac{1}{16}$—$\frac{1}{8}$''' messende Lücken einfriedigt. Aus dem Grunde des rundlichen Raumes erhebt sich je eine Follikelkuppe. Inmitten der Schleimhautfalten erscheinen die Chylusbahnen als längliche Spalten, die wenn auch vielfach durch Substanzbrücken unterbrochen, als ein System communicirender Gänge angesehen werden müssen. Successiv tiefer geführte Flächenschnitte zeigen zuerst die mit Epithel bekleidete Kuppe des Follikels im rundlichen Raum. An einer Seite hängt dieselbe mit dem drüsenbeherbergenden Schleimhautgewebe durch eine Substanzbrücke zusammen, welche den Blutgefässen als Eingangspforte dient. Hat man den Schnitt etwas tiefer geführt, so erscheint der Querschnitt des Follikels grösser und die Verbindung desselben mit dem angrenzenden Schleimhautgewebe eine allseitigere. Man findet nämlich denselben nunmehr von einem Kranze *Lieberkühn*'scher Drüsen eingefasst, zwischen denen ebensoviele

gefässtragende Brücken zur übrigen Schleimhaut hindurchtreten. Die Chylusbahnen liegen in dieser Höhe noch nicht dem *Peyer*'schen Follikel selbst an, sondern erscheinen in den Streifen drüsentragender Schleimhautsubstanz, welche zwischen den Follikeln getroffen wird. Das Gewebe des Follikels geht an den obenerwähnten Verbindungsstellen continuirlich in das der Mucosa unter Bewahrung des gleichen Charakters und der Lymphkörpercheninfiltration über, es ist »adenoides« Gewebe.

Hat man endlich durch die untere Grenze des Follikelstratum und die Submucosa einen etwas schrägen Flächenschnitt geführt, so bemerkt man einmal noch den kreisförmigen, den Follikelgrund umziehenden Chylussinus und dann die dendritisch verzweigten klappenführenden Chylusgefässe der submucösen Lage. Die Verbindung der Schleimhautsinus mit den submucösen Gefässen geschieht nach *His* einfach in der Weise, dass Ausläufer der ersteren durch die Muscularis mucosae in das submucöse Stratum treten und sofort vom umgebenden Bindegewebe eine schlauchartige Wandung erhalten. An feinen Schrägschnitten konnte der Verfasser nicht selten diesen Uebergang von Sinus in geschlossene Gefässe sehen.

Da bei andern Thieren von *His*, wenn auch nicht ganz die gleichen, doch wesentlich ähnliche und nahe verwandte Structurverhältnisse beobachtet worden sind, so kann das aus seiner Arbeit Angezogene vorläufig genügen, um uns seine Auffassung und die wesentliche Differenz gegenüber der *Teichmann*'schen Darstellung begreiflich zu machen.

Auch der neueste Schriftsteller über das Lymphgefässsystem, *v. Recklinghausen*[1]) hat einige Mittheilungen in Hinsicht der Darmfollikel gemacht.

Er untersuchte, ob den Darmfollikeln, die in neuerer Zeit bekannt gewordenen Structurverhältnisse der Lymphknotenfollikel ebenfalls zukommen.

Durch Injectionen von sehr schwacher Silberlösung mit Einführung der Canüle an dem Rande eines *Peyer*'schen Haufens des Kaninchendarms konnte er sich überzeugen, dass die Follikel wirklich zu den Lymphgefässen in enger Beziehung stehen, dass sie aber nicht, wie *Teichmann* und wahrscheinlich auch *Hyrtl* nachzuweisen versucht hatten, mehrere Lymphgefässe in das Innere aufnehmen, sondern dass je ein Follikel im Lumen eines stark dilatirten Knotenpunktes des Lymphgefässnetzes gelegen ist, ganz wie der Lymphdrüsenfollikel innerhalb des Lymphsinus. Es liess sich dieses um so leichter darthun, als auch hier das Epithel von den an dem Knotenpunkte zusammenkommenden vier bis fünf Lymphgefässen auf das Allerdeutlichste über den ganzen Follikel zu verfolgen war. Ob Stützfasern die Drüsensubstanz des Follikels mit der Epithel tragenden Wand verbinden, hat der Verfasser nicht untersucht, ebenso-

1) Die Lymphgefässe u. ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862. S. 87 u. 96.

wenig kann er mit Bestimmtheit behaupten, dass die Follikularsubstanz stets allseitig von der Lymphgefässwand getrennt ist; er glaubt vielmehr, dass hier ebenso partielle Verwachsungen vorkommen können, wie bei den Follikeln der Lymphdrüsen. Die Erfahrungen *Teichmann's* und *Hyrtl's* hält *Recklinghausen*, da sie negativer Natur sind, nicht das Gegentheil beweisend.

In Hinsicht auf die *His*'schen Angaben bemerkt *Recklinghausen*, dass seinen und *Teichmann*'schen Beobachtungen nach die Saugadern der Mucosa und Submucosa des Darmes, ebenso wie die der Schleimhäute an den übrigen Körpertheilen eine Röhrenform besässen und dass der *His*'sche Name »Sinus« nicht anwendbar sei. Ebenso stimmt er der Auffassung des Darmschleimhautgewebes als »adenoider« Substanz nicht bei, wenngleich er zugiebt, dass zwischen Schleimhaut- und Follikelgewebe nur ein gradueller Unterschied existire. — Es ist diese Materie von uns in früheren Abhandlungen in dieser Zeitschrift ausführlich schon erörtert worden.

Während des Schreibens dieses Aufsatzes kam uns endlich noch ein neuer Aufsatz von *His*[1]) zur Ansicht. Der Verfasser behandelt hier das Verhältniss, in dem die Wurzelröhren des Lymphgefässsystemes zu den Geweben, aus welchen sie beginnen, stehen. Als Hauptergebniss seiner Untersuchungen stellt er das Resultat hin, dass die ersten Wurzeln des Systemes durchweg der eigenen isolirbaren Wand entbehren. »Es sind Canäle in das Bindegewebe der Cutis, der Schleimhaut etc. eingegraben, die, um es mit groberen Bildern zu veranschaulichen, sich zu ihrer Umgebung nicht anders verhalten, als etwa ein unausgemauerter Tunnel zum umgebenden Gestein oder ein glattes Bohrloch zu dem Brett, durch dass es geführt ist. Mag auch in dieser oder jener Richtung das Gewebe in der unmittelbaren Umgebung des Lymphcanales etwas verdichtet sein, so ändert das durchaus nichts an der allgemeinen Thatsache, denn eine solche Verdichtung führt, soweit ich wenigstens gesehen habe, innerhalb des Bereiches der Lymphwurzel nirgends zu einer besonderen, von der Umgebung schärfer sich sondernden Schicht.«

Einen Zusammenhang der Lymphbahnen mit den Hohlräumen von Bindegewebskörperchen konnte *His* nirgends gewinnen. Sollte ein solcher irgendwo vorkommen, eine Möglichkeit, welche *His* nicht in Abrede stellen will, so ist er jedenfalls nicht ein allgemeiner, so dass von einem gesetzmässigen derartigen Ursprung nicht die Rede sein kann. Eine Möglichkeit der Aufnahme von Eiter- und Krebszellen in die Lymphe kann nach der Ansicht von *His* von vornherein nicht mehr geläugnet werden. Es wird nämlich bei dem Verhältnisse, in welchem die Lymphgefäss-

1) Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe in den Häuten des Körpers und über die Theorie der Lymphbildung. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 12. Heft 2. S. 223.

wurzeln bindegewebiger Theile zu ihrer nächsten Umgebung stehen, wahrscheinlich, dass die Abkömmlinge wuchernder Bindegewebszellen sehr leicht in die Lymphwurzelröhren hinein entleert und von da weiter fortgeführt werden können. In einem bindegewebigen Theile, der von Lymphwurzeln durchzogen ist, wird ebenfalls sehr leicht bei stärkerer Vascularisation des Gewebes, bei Rarefaction der faserigen Bestandtheile und reichlicherer Bildung farbloser Zellen die accidentelle Lymphdrüsenbildung stattfinden können.

Hinsichtlich der von *Recklinghausen* behaupteten, die Lymphsinus bekleidenden Epithelien äussert sich *His* unsicher. Sollten sie wirklich in allen Lymphräumen constant vorkommen, so müssten sie eine sehr dünne Lage verkümmerter Zellen darstellen.

Eigene Untersuchungen der *Peyer*'schen Drüsen stellten wir in den Mussestunden des Sommers 1862 an, zunächst in der Absicht, über die Lymphbahn mit Hülfe der Injectionsspritze uns eine eigene Anschauung zu verschaffen. Die Structur der Follikel, ihre Blutgefässe wurden allmählich in den Kreis der Beobachtung gezogen und die Angaben der Vorgänger geprüft. Bald stellte es sich uns wünschbar heraus, den Kreis der Beobachtungen zu verkleinern, da bei manchen Säugethierarten ohne die grösste Ausdauer kaum vollkommene Injectionspräparate gewonnen werden konnten und gerade diese unerlässlich erscheinen mussten. Dagegen gelang es uns, in häufig wiederholten Versuchen wenigstens für einige Thierformen zahlreich treffliche Untersuchungsobjecte zu gewinnen. Wir rechnen dahin das Kaninchen, das Meerschweinchen, die Katze, den Hund und das Kalb. Minder gelungen sind unsere Bemühungen beim Schaf und Schwein.

Die variablen Structurverhältnisse und namentlich die beträchtlichen Differenzen gestatten leider nur Detailbeschreibungen, wenn volles Verständniss erzielt werden soll. Der Leser möge daher die möglicherweise ermüdende Breite unserer Darstellung entschuldigen.

Im Dünndarm des Kaninchens finden sich durch weite Abstände, durch lange follikelfreie Strecken getrennt, in geringer Anzahl kleine *Peyer*'sche Haufen von länglich runder Form, einige Linien im grössten Durchmesser betragend und nach ihrem Ausmaasse eine zwar wechselnde, niemals aber beträchtliche Zahl der Einzelfollikel umschliessend. Die Ziffer der *Peyer*'schen Haufen nehmen für den Dünndarm des Kaninchens *Rudolphi* und *Meckel*[1]) auf 4—6 an, womit unsere eigenen Erfahrungen im Allgemeinen stimmen. Auch *Böhm*[2]) in seiner gediegenen, so viel schätzbares Material enthaltenden Dissertation erwähnt ihrer mit fol-

1) Vergl. dessen System der vergleichenden Anatomie. Bd. 4. Halle 1829. S. 638
2) l. c. p. 45.

genden Worten: »Glandularum Peyerianarum numerus in intestinis tenuibus certioribus, quam in ceteris animantibus, circumscribitur finibus; inveniuntur in Lepore cuniculo quatuor ad sex, in Lepore timido octo ad decem; quae quum per totum ileum et jejunum dispersae sint, magnis inter se distant intervallis. Forma rotunda, magnitudo unguis pollicis. Singula corpuscula admodum sunt perspicua, earumque tanta est teneritas, ut non nisi levissimum tactum ferant, quin destruantur etc.« *His* in seiner Arbeit hat diese einfachste Form der betreffenden Organe beim Kaninchen gänzlich unbeachtet gelassen. Eine Abbildung eines solchen Haufens gaben wir schon vor einigen Jahren im Lehrbuch der Histologie Fig. 312 (S. 479); ebenso stammen die Figg. 314 und 315 (S. 480) gezeichneten Gefässinjectionen von der gleichen Localität.

Die Injection der Blutbahn gelingt an diesen *Peyer*'schen Haufen, wenn man will, sehr leicht oder schwer. Die grösseren Stämmchen, die Capillaren des zwischen den Follikeln gelegenen Schleimhautgewebes füllen sich leicht, ebenso ein Theil der dem Follikel selbst angehörigen Haargefässe. Schwierig dagegen ist es, die Blutbahn der letzteren vollständig und ohne Zerreissung zu füllen. Dass nur letztere Präparate in der Frage nach dem Verhalten der Capillaren im Follikelcentrum maassgebend sind, versteht sich von selbst. Geht man vorsichtig zu Werke und hat man einige Uebung in derartigen Proceduren erworben, so gelingt die Injection der Chylusbahnen dann auch und zwar so ziemlich an jedem Haufen, namentlich mit den von uns früher empfohlenen kaltflüssigen Massen. [1])

Untersucht man derartige, am besten in beiderlei Strombezirken erfüllte Präparate nach vorheriger Weingeisterhärtung an senkrechten Schnitten, so bemerkt man (Taf. IV, Fig. 9) bis an den Rand des Follikels der Schleimhaut den typischen Charakter unverändert in Darmzotten und Schlauchdrüsen (*a*) bewahrt, so dass Alles, was wir für diese Theile, ebenso ihre Chylus- und Blutbahnen in einem vorhergehenden Aufsatze bemerkt haben, unverändert für die den *Peyer*'schen Haufen begrenzende Schleimhautpartie seine Gültigkeit hat. Ohnehin kann dieses die Zeichnung noch weiter versinnlichen, wesshalb eine weitere Beschreibung überflüssig. Auch zwischen den einzelnen Follikeln im Innern des Haufens erscheinen die *Lieberkühn*'schen Schläuche, ebenso die Darmzotten, letztere jedoch (Fig. 9 *l, l*) modificirt. Oft höher, zeichnen sie sich häufig durch einen viel breiteren, nicht selten gespaltenen Spitzentheil aus, fliessen rasch nach abwärts zu Schleimhautwällen zusammen, welche in rundlicher Gestaltung die Wandbegrenzung einer Grube (die sogenannte »Vaginula« von *Böhm*) herstellen, aus deren Grund der Spitzentheil, die K u p p e d e s F o l l i k e l s, sich hoch erhebt (*c, c*). An den Seitenflächen dieser Schleimhautwälle münden dann die *Lieberkühn*'schen

1) S. diese Zeitschrift, Bd. XII. Heft 4. (S. 11 des Separatabdrucks.)

Drüsen, so dass feine Verticalschnitte häufig starke Schiefstellungen der Schläuche erkennen lassen. Nach abwärts verdünnen sich die Wälle, so dass ihr Verticalschnitt keilförmig erscheint. Diese Follikelpartieen bieten nach ihrer Höhe ziemlich geringe Variationen im Allgemeinen dar; andere dagegen schon etwas mehr in ihrem Quermesser und ziehen sich nach oben in eine bald schlankere und spitzere, bald flachere und rundliche Kuppe aus. Der Kuppentheil, ja oft die grössere, den Aequator überschreitende Hälfte des Follikels liegt in dieser Weise ganz frei und nackt, nur von dem Cylinderepithelium bekleidet, in der Grube. Der Epithelialüberzug zeigt auch hier einen verdickten, von sogenannten Porencanälchen durchzogenen Saum.

Weiter nach abwärts erfolgt die Verbindung des Follikels mit dem angrenzenden Schleimhautgewebe sowohl durch unmittelbaren Uebergang, als zunächst vermittelst strangartiger Brücken; sehr bald jedoch weiter nach abwärts in breiter continuirlicher, oftmals ziemlich hoher Schicht.

Benachbarte Follikel können mit ihren Grundtheilen aneinander dicht gedrängt liegen, so dass die verbindende follikuläre Substanz nach abwärts, d. h. gegen die Submucosa hin an der Stelle, wo der Follikelgrund hervortritt, einfach ihr Ende nimmt. Sind die unteren Follikelenden weiter von einander entfernt, so setzt sich zwischen ihnen das follikuläre Gewebe in Strängen von 0,025—0,05''' und mehr fort; bisweilen werden diese so mächtig, dass sie selbst einen Follikelgrundtheil nachahmen können.

Aus dem der Submucosa zugekehrten Fundus des Follikels treten nicht selten in ansehnlicher Breite faserige, mit Lymphzellen infiltrirte Fortsätze nach abwärts. Zufällig zeigen sie die beiden mittleren Follikel unserer Figur stark ausgebildet. Mit dem übrigen Theile seiner Peripherie liegt dagegen der Fundus frei, von der angrenzenden Schleimhaut durch einen bald engeren, bald weiteren Spaltraum geschieden. Diese Spalträume, von rother Injectionsmasse stark erfüllt und somit ihre Natur als lymphatische Behälter schon jetzt verrathend, giebt unsere Zeichnung (*n*). Man bemerkt ebenso an der (freilich nicht ganz ausgezeichneten) Blutgefässinjection, wie diese Brücken zum Eintritt der Blutgefässe dienen, ein Verhältniss, welches *His* zuerst richtig geschildert hat. Aehnliche Verbindungen gehen von den Seitentheilen aus benachbarte Follikel theils miteinander, theils mit den absteigenden Verlängerungen des verbindenden follikulären Gewebes ein.

Die Muscularis mucosae zeigt der senkrechte Schnitt hier unter dem Follikelgrund verlaufend.

Versuchen wir nun, uns einen Querschnitt zu bereiten, um an ihm das für die Verticalansicht gewonnene zu prüfen, so stellt sich Folgendes heraus.

Die Zotten-tragenden Wälle ergeben das gewöhnliche, dem Kanin-

chendünndarm eigenthümliche Schleimhautgewebe mit ziemlich zahlreichen Einbettungen von Lymphzellen. Zwischendurch zeigen sich theils in Quer-, theils und häufiger in Schiefschnitten die Schlauchdrüsen, sowie wandungslose Bahnen von verschiedener Stärke und Form, die Chylus- oder Lymphwege. Hat man den Wall tiefer abwärts horizontal durchschnitten, so erhebt sich aus seinem Ringe ganz frei und unverbunden die Follikelkuppe mit Epithelialbeleg. Noch tiefere Flächenschnitte bieten ein ähnliches Bild; aber Stränge von verschiedener Zahl und Breite verbinden den Rand der Follikelpartie mit dem angrenzenden Wallgewebe. Ihre Textur ist die gleiche, wie sie der Follikel zeigt. Der histologische Uebergang in das Schleimhautgewebe tritt aber so unverkennbar hervor.

Weiter nach abwärts gewonnen zeigt der Flächenschnitt die Grenzen der Follikel verschwunden und zwischen ihnen in bald grösserer, bald geringer Mächtigkeit das verbindende follikuläre Gewebe, hinsichtlich seines Gerüstes und der Lymphzellen demjenigen des Follikels gleich. Quer- und Schiefschnitte zahlreicher lymphatischer Canäle umkreisen jedoch den eigentlichen Follikel, so dass er trotz seiner Verschmelzung mit dem Nachbargewebe zu erkennen ist. Weiter nach abwärts treten die Grundtheile des Follikels als kreisförmige, scharf von einander geschiedene Körper auf. Lymphatische Räume, bald enger, bald weiter, umgeben seltener als geschlossene Kreise, häufiger als Bogen von wechselnder Länge den Follikel. Verbindende Stränge von einem Follikel zum andern sind sehr gewöhnliche Vorkommnisse; ebenso Brücken zu einer tiefer herabgestiegenen Partie der verbindenden follikulären Schicht.

Ein sehr feiner vorsichtig ausgepinselter Querschnitt mit starker Vergrösserung durchmustert, zeigt die Richtigkeit der *His*'schen Angaben hinsichtlich des Balkennetzes und seines Verhaltens zur Nachbarschaft. Der zellige Charakter vieler Knotenpunkte jenes tritt auf das Deutlichste hervor. Gegen die Centralpartie der Kuppe wie des Grundtheiles pflegt das Balkennetz einen weitmaschigeren Charakter anzunehmen.

Wir unterscheiden somit, die bisherigen Erörterungen resumirend, neben der Kuppe des Follikels zweitens die verbindende, in die Schleimhaut und benachbarte Follikel übergehende Lage als follikuläre Verbindungssubstanz und dann endlich die unterste, vom Umhüllungsraum umgebene Partie, den Grundtheil des Follikels, Benennungen, welcher wir uns im Folgenden stets bedienen werden.

Als Beispiel der relativen Wichtigkeit der drei Follikelabtheilungen zu einander mögen hier einige Messungen (betreffend den Fig. 9 gezeichneten Drüsenhaufen) ihre Stelle finden.

Die Follikelkuppen betrugen im Mittel an Höhe 0,25—0,3''', aber auch noch mehr; die verbindende follikuläre Substanz ergab meistens 0,1—0,125 und 0,15''', während die Grundtheile bei einer mittleren

Breite von 0,25''' nur eine Höhe von 0,1, 0,125—0,15''' darboten. Andere Plaques zeigten in den einzelnen Follikelpartieen abweichende Dimensionen.

Beobachtet man eine vollendete Gefässinjection, so gewahrt man Folgendes:

Stränge des submucösen Bindegewebes benutzend, gelangen aus diesem Stratum schief aufsteigend feine (0,01—0,02''' messende) arterielle Stämmchen in die eigentliche Schleimhaut. Hier unter weiterer Astbildung laufen sie nicht selten eine Strecke weit in mehr horizontalem Verlaufe unterhalb eines Follikelgrundes her — oder auch mehr vertical aufsteigend dringen sie in einen solchen mit einem Aestchen direct ein. Da wo follikuläre Verbindungssubstanz zwischen zwei Follikeln bis in die Submucosa ragt, gehen die arteriellen Gefässchen in erster senkrecht aufwärts. Hier kommt es zu weiterem Zerfalle und schliesslich zur Bildung des gewöhnlichen, den *Lieberkühn*'schen Drüsen und Darmzotten eigenthümlichen Haargefässnetzes für die zottentragenden Schleimhautwälle.

Aber so lange die arteriellen Astsysteme die Verbindungsschicht durchlaufen, geben sie noch seitliche Ramificationen ab für die angrenzenden Follikel. Diese erhalten somit sehr gewöhnlich wenigstens von zweierlei Stellen, nämlich von den Strängen, welche am Follikelgrunde vorkommen, und von der follikulären Verbindungsschicht her ihre arteriellen Zuflussröhren.

In den Follikel selbst eingedrungen bilden jene nun das bekannte, diesen durchziehende, vielfach geschilderte Haargefässnetz. — Wir bemerken gegenüber manchen Angaben der Neuzeit, wornach eine gefässfreie Centralpartie im Follikel ein- oder mehrfach sich finden soll, dass dieses unseren Injectionen nach ein Irrthum ist. Gerade von den uns hier beschäftigenden *Peyer*'schen Drüsenhaufen vertreten wir noch zur Stunde die genauen Beschreibungen, welche vor Jahren *F. Ernst* von unseren Injectionspräparaten geliefert hat. Hier glückte es schon damals und gelang es wiederum vor Kurzem, eine Reihenfolge horizontaler Schnitte eines und desselben Follikels zu gewinnen, welche das Netz der 0,00333—0,0025''' breiten Haargefässe gegen die Mitte des Follikels zu feiner und weitmaschiger, aber durchgehend und ohne Schlingenendigung zeigten. Da die *Ernst*'sche Zeichnung des Horizontalschnittes ungenügend ausfiel, haben wir das betreffende Präparat, die Mitte des Follikelgrundes behandelnd, auf Taf. IV, Fig. 10 genau abgebildet. Die Verticalansicht eines dieser Follikel mit sehr abgerundeter Kuppe bringt Fig. 11. Hier verläuft das Capillarnetz (*a*) mit rundlichen Maschen ebenfalls durch die ganze Dicke. Sind dagegen die Follikelkuppen mehr verlängert und zugespitzt, so bemerkt man an den betreffenden Stellen, dass die Netze der Capillaren einen mehr gestreckten, der Längsaxe des Follikels folgenden Charakter gewinnen. Was endlich die Sammlung der Haargefässe zu Venen betrifft, so vereinigen sich die Venenwürzelchen der zottentragenden

Schleimhautwälle zu starken, in der Axe des Schleimhautwalles senkrecht absteigender Stämmchen. Diese letzteren nehmen alsdann die Venenwürzelchen der follikulären Verbindungsschicht und somit auch zum Theil die der Follikel selbst auf. Andere Venenästchen gelangen aus dem Follikelgrund durch die bindegewebigen Strangsysteme in die Submucosa.

Die Chylusbahnen endlich, welche Taf. IV. Fig. 9 in vollständiger Füllung hervortreten lässt, frappiren durch Reichthum und Complication, zusammengehalten mit den relativ einfachen der follikelfreien angrenzenden Schleimhaut. Ueber die Darmzotten der letzteren, über das Absteigen der Chyluswege zwischen den *Lieberkühn*'schen Schlauchdrüsen und die Bildung des horizontalen Chylusgefässnetzes haben wir in dem vorhergehenden Aufsatze genaue Angaben mitgetheilt und müssen auf diese hinweisen.

Anders wird es dagegen an den interfollikulären Zotten und Schleimhautwällen, wie uns Fig. 9 versinnlichen kann, wo in den modificirten Zotten des Walles die reichlich entwickelten Chylusbahnen (*l*) mit einer Weite von 0,025—0,03030''' gewöhnlich in Mehrzahl vorkommen und meistens erst hoch oben bogenförmige Verbindungen mit einander eingehen. Bei der keilförmigen Gestalt des Walles treten die absteigenden Chylusbahnen (*m*) convergent gegeneinander, bilden dabei noch mannichfache Communicationen und zeigen in dieser Strecke sehr beträchtliche Verengerungen des Strombettes (0,01—0,00167'''). So gelangen sie in die follikuläre Verbindungsschicht, um hier ein dichtes, unregelmässiges Netzwerk etwas weiterer, absteigender Wege zu bilden. Je nachdem die follikuläre Verbindungsschicht schon höher oben endigt oder den ganzen Follikelgrund entlang bis zur Submucosa verläuft, ist das Geschick jener netzförmigen Bahnen verschieden. Im ersteren Falle münden sie in den den Follikelgrundtheil umhüllenden lymphatischen Raum; im letzteren steigen sie bis zur Submucosa abwärts, zu stärkeren Bahnen sich vereinigend, um mit den Lymphwegen, welche von dem Follikel wegführen, sich zu den submucösen lymphatischen Canälen (*o*, *h*) zu verbinden. Der Follikelgrund ist bald von einem mehr continuirlichen und weiteren, bis 0,01667—0,025''' messenden Injectionsstrom umhüllt (Fig. 9 *n*), bald ist jener mehr verengt bis zu 0,01''' und durch zahlreiche zur Nachbarschaft gehende Stränge des Follikelgewebes unvollkommen netzartig geworden. Alle Lymphbahnen entbehren auch hier der specifischen Gefässwandung und sind nur bindegewebig eingefriedigt, wie wir es in früheren Arbeiten für die Schleimhaut der dünnen und dicken Gedärme angegeben haben. Die Frage, ob auch die das follikuläre Gewebe durchsetzenden und die den Follikelgrund umhüllenden Lymphbahnen die gleiche, geschlossene Wandbegrenzung oder eine netzförmig durchbrochene besitzen, vermögen wir für die hier in Frage kommende Localität dahin zu beantworten, dass mit Sicherheit die Oberfläche des Follikelgrundes und mit Wahrscheinlichkeit die den Strom ein-

friedigenden Wandungen der follikulären Verbindungsschicht netzartig durchbrochen sind, wie das Follikelgewebe selbst, aber mit engmaschigerem Balkenwerk. An anderen günstiger gebildeten *Peyer*'schen Haufen werden wir darauf zurückkommen.

Horizontalschnitte durch die Drüsenhaufen und ihre Wälle ergeben die correspondirenden Bilder. Am meisten interessirt der follikuläre Verbindungstheil und der Follikelgrund. An ersterem sieht man Kreise netzförmiger Lymphbahnen (allerdings vielfach unterbrochen) den eigentlichen Follikeltheil umgeben. Während in letzteren selbst keine Bahnen hereinführen, ist es aber die zwischen den Follikeln befindliche und sie verlöthende Substanz, die von jenen sehr zahlreichen lymphatischen Gängen durchsetzt wird. Der Querschnitt durch den Follikelgrund zeigt entweder einen mehr continuirlichen ringartigen Injectionsstrom jenen umziehend, nur stellenweise unterbrochen durch strangartige Verbindungen vom einen Follikel zum andern — oder man trifft auch hier netzartig und vielfach in seinen Gängen abgebrochen, den Lymphstrom den Follikel umkreisend. Es mag vorläufig genügen, dieses Wenige hier festzuhalten. Am wurmförmigen Fortsatz des Kaninchens werden wir bald den continuirlichen, den Follikelgrund umziehenden Strom genauer kennen lernen, während uns bei anderen Thieren, z. B. dem Hunde, der unterbrochene Strom wieder entgegentreten und genauere Erörterung finden wird.

Somit haben wir aus den bisherigen Schilderungen erfahren, dass der *Peyer*'sche Follikel mit seinem oberen Kuppentheil ganz dem lymphatischen Strom entrückt bleibt, während seine Mittelpartie von zahlreichen Lymphbahnen umzogen wird und der Follikelgrund von Lymphe ganz umspült werden kann. Die Chylusgefässe der modificirten Darmzotten auf den Wällen stellen das System der Vasa inferentia her, der Follikelgrund wird von letzteren nach Passage der Verbindungsschicht umzogen, wie die Alveole einer Lymphdrüse. Die Gänge der follikulären Verbindungsschicht besitzen dagegen eine gewisse Eigenthümlichkeit. Als Vasa efferentia erscheinen die in das submucöse Gewebe ausmündenden Ströme.

Stärkerer Druck kann wenigstens etwas der Injectionsmasse in das follikuläre Gewebe der Mittelschicht und des Grundes eintreiben. Die Fettmoleküle bei der Chylusresorption vermögen eine analoge Einbettung zu gewinnen, wie wir gesehen haben. Die umhüllenden Räume um den Follikelgrund mit Chylusfett erfüllt, haben mehrere Beobachter schon getroffen.

Indessen, um auf das im Follikelinnern befindliche Fett nochmals zurückzukommen, dürfen wir nicht vergessen, dass dieses auch von einer andern Stelle als von den Darmzotten aus eingedrungen sein kann. Die mit dem charakteristischen Cylinderepithelium bekleidete Follikelkuppe, frei einspringend in das Darmrohr, wird sicher ganz in derselben Weise wie die Darmzottenfläche und die zwischen den Zotten befindlichen Schleim-

hautflächen den Molekülen des Chylus den Eintritt in ihr Gewebe gestatten.

Genauer haben wir zwei andere, weit günstigere Localitäten beim Kaninchen, nämlich dessen Processus vermiformis und den sogenannten Sacculus rotundus, zu untersuchen vermocht. Hier ist die Lymphinjection ein Kinderspiel und kaum jemals verunglückend. Setzt man sie hinreichend weit fort, so tritt der Lymphbezirk in überraschender Schönheit entgegen und zwar seine Wurzeln an der Schleimhautoberfläche gewinnend. Ohnehin gestattet die dickere ziemlich resistente Darmwandung die Anfertigung feiner Schnitte sehr gut, so dass wir leicht die bezeichnendsten Bilder erhalten konnten.

Ueber den wurmförmigen Fortsatz bemerkt bereits *Böhm*: [1]) »Coecum in prensiculantibus longissimum, in lepore longitudine ventriculum quadruplo superat. Prior pars lata est, mucosa laevis, nisi quod valvula spiralis s. cochleata, alte in cavum prominens, per eam currit; posterior subito sese coarctando, processum vermicularem format, cujus parietes aeque ac sacci illius, quem in ultimo ileo deprehendi, supra diximus, corpusculis confertis, longis vaginatis consiti sunt.«

Ebenso hat schon *His* [2]) diese Darmpartie beim Kaninchen untersucht und darüber Folgendes berichtet:

Die bekannten, in der Mucosa gelegenen Follikellager erreichen eine bedeutende Mächtigkeit (über 1‴ Höhe im Processus vermiformis, $1\frac{1}{2}$‴ und mehr im Sacculus rotundus). Ueber ihnen findet sich eine Schlauchdrüsen umschliessende Schleimhautschicht von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$‴ Mächtigkeit. Sie trägt an ihrer Oberfläche gefässreiche Falten, welche kreisförmige Lückenräume eingrenzen. Die einzelnen Follikel zeigen an Verticalschnitten die schon *Böhm* bekannte langgestreckte Gestalt, etwa wie die einer Schuhsohle. Man kann auch hier ein äusseres (unteres) kuglig aufgetriebenes und ein inneres (oberes) conisches Endstück unterscheiden und zwischen beiden eine etwas eingeschnürte Mittelpartie. Der äussere Theil der Follikel grenzt sich von der Muscularis mucosae, sowie von benachbarten Follikeln durch dazwischen befindliche Spalträume grösstentheils scharf ab. An einzelnen Stellen werden diese Räume durchsetzt von bald stärkeren, bald feineren gefässtragenden Substanzbrücken, welche entweder aus der Nervea her dem Follikel Gefässe zuführen oder zur Verbindung benachbarter Follikel dienen. Das System fibröser Septen hat auch hier keine ähnliche Entwickelung, wie *His* sie für das Kalb gefunden hatte und eine Vergleichung jener Brücken mit den Septen des zuletzt genannten Thieres ist erst dann gestattet, wenn sie einmal eine Strecke weit schräg zwischen zwei Follikeln verlaufen und in verschiedenen Höhen an dieselben sich ansetzen. Das entgegen-

1) a. a. O. p. 46.
2) a. a. O. S. 14.

gesetzte kuppenförmige Ende des Follikels springt von Cylinderepithel bekleidet aus dem Grunde einer tiefen, die halbe Schleimhautdicke einnehmenden Grube vor. Das mittlere eingeschnürte Follikelstück fand *His* vorzugsweise zur Verbindung der Follikel mit der benachbarten Schleimhautschicht und mittelbar auch jener untereinander dienend. Zwischen die oberen Enden zweier benachbarter Follikel sieht man je einen keilförmigen Fortsatz der drüsentragenden Scheimhaut sich eindrängen, der weiterhin an die mittleren Theile beider Follikel sich anlegt und ohne scharfe Grenze in letzterer Substanz übergeht. Die *Lieberkühn*'schen Drüsen ragen in jenen keilförmigen Fortsätzen nur sehr wenig weit herab, nämlich nur bis zu den Stellen stärkerer Verschmälerung. Sie stehen dabei meistens schräg, mit ihren blinden Enden convergirend gegen die Mitte des Schleimhautstreifens. Sie münden theilweise in den engen Canal aus, welcher zu der den Follikel umgebenden Bucht hinleitet.

Die Blutgefässe beschreibt *His* folgendermaassen: Die stärkeren Stämmchen gelangen aus den darunter gelegenen Schichten sofort in den Follikel und laufen in diesem peripherisch; sie geben dabei Capillarzweige ab, welche gegen die Axe des Follikels strebend, das bekannte Netzwerk bilden. Stärkere Stämmchen treten wenigstens stellenweise durch die benachbarte Follikel verbindenden Substanzbrücken von einem Follikel zum andern über. In weiterer Fortsetzung findet man, wie die den Follikel durchsetzenden Gefässe nun theilweise durch das Mittelstück desselben in den oberen kuppenförmigen Theil sich fortsetzen, theils vom Mittelstück aus in die keilförmigen Fortsätze der drüsentragenden Schleimhaut sich einsenken, welche sich zwischen benachbarte Follikel einschiebend, deren Verbindungen vermitteln. Hier gelangen die Gefässe, die *Lieberkühn*'schen Drüsen umspinnend, zu der freien Schleimhautoberfläche.

Für die Gefässverbreitung im Innern des Follikels berichtet uns *His* als Resultat seiner Beobachtungen noch, dass im innern, wie im äusseren Follikelende ein gefässfreies Centrum existire mit gelockertem und darum leicht herausfallendem Inhalte, während im Mittelstück die Gefässe fast durch die ganze Dicke des Follikels verlaufend angetroffen würden, so dass jenes gefässlose Centrum zwar nicht ganz fehle, aber nur eine sehr geringe Ausdehnung besitze. Diese Einrichtung bringe es mit sich, dass jeder Follikel zwei getrennte Vacuolen enthalte.

Die Bilder der Querschnitte, welche aus verschiedenen Höhen der Follikelschicht genommen sind, fallen nach *His* entsprechend aus. Bis zu einer gewissen Höhe umschliesst ein drüsenführendes, gefässreiches Fachwerk rundliche Lückenräume, aus welchen letzteren die Follikelkuppen herausgefallen sind. Die Schleimhautauskleidung der Follikelgruben fand der Verfasser nicht glatt, sondern aus gefässreichen verticalen Falten bestehend, so dass ein Durchschnitt einigermaassen an einen queren Dünndarmdurchschnitt erinnert. Hat man den Schnitt etwas tiefer gelegt, so

stösst man auf die beginnende Verbindung zwischen Follikel und umgebendem Fachwerk; man bemerkt in einer gewissen Höhe Follikel, welche durch 1, 2 oder 3 gefässtragende Brücken mit den Wandungen der sie umgebenden Grube verbunden sind. Die Menge der durchschnittenen Schlauchdrüsen nimmt ab, das lockere von Lymphkörperchen infiltrirte Gewebe der interfollikulären Schleimhautbrücken besteht zum grössten Theile aus feinen, circulär verlaufenden Balken, welche mit spindelförmigen, ovale Kerne umschliessenden Zellen zusammenhängen. Die Chyluswege fand *His* hier sparsamer; sie erscheinen hauptsächlich an den Knotenpunkten der interfollikulären Brücken als rundliche ovale oder spaltförmig gestreckte Lücken.

Noch etwas tiefer bei der Annäherung an den Bereich des Mittelstückes der Follikel ändert sich das Bild. Die Follikel sind ringsumher mit der benachbarten Schleimhaut in Verbindung getreten und die mit doppelter Epithelialbekleidung versehenen Spalten geschwunden; es verlieren sich somit die Umgrenzungen jener stellenweise ganz und nur der Kranz quer durchschnittener Gefässe, die radienförmige Anordnung der Follikelcapillaren und die etwas stärkere Verdichtung der Substanz in der Peripherie lassen den Bereich des einzelnen Follikels mehr oder weniger hervortreten. Auch die Chylusspalten, die nach dem Verfasser bogenförmig an die Follikel sich anschmiegen, zeigen stellenweise deren Begrenzung, doch sind sie anfangs noch sparsam und jeder Follikel grenzt noch keineswegs an eine solche Spalte. Dringt man endlich in den Bereich des unteren Follikelendes, so erkennt man die einzelnen Follikel wiederum weit deutlicher als im Mittelstücke, da sie zum grösseren Theil durch Spalten von einander getrennt sind. Ein System fibröser Scheidewände, nach Art derer des Kalbes, kommt beim Kaninchen nicht vor; allerdings zeigt sich zwischen den Follikeln ein dem Gefässverlaufe nach von den ersteren zu trennender Gewebetheil, die Fortsetzung der interfollikulären, einen adenoiden Charakter tragenden Schleimhaut. Ebenso stehen sie in weit reichlicherer Verbindung mit den eigentlichen Follikeln, man sieht sie schräge von dem einen Follikel zum andern herübertreten, findet sie in weiter Ausdehnung mit diesem verlöthet; nach abwärts werden sie immer sparsamer. In der Mehrzahl kommt, wie *His* beobachtete, zwischen zwei aneinander stossenden Follikeln nur je eine Chylusspalte vor, weit weniger häufig erscheinen deren auf kurze Strecken zwei. Die Hauptgefässstämmchen sieht man übrigens auch hier theils in dem interfollikulären Gewebe, theils an der Peripherie der eigentlichen Follikel verlaufen.

Wir werden alsbald sehen, wie viel Richtiges diese von einer Zeichnung illustrirten Angaben des Verfassers enthalten, wie ihm aber der volle überraschende Reichthum der hier vorkommenden Lymphbahnen verborgen blieb und ebenso seine Anfüllungen der Blutbahn nicht die gewünschte Vollständigkeit besessen haben dürften.

Betrachtet man den wurmförmigen Fortsatz des Kaninchens, am besten nach vorheriger Injection und Erhärtung in Weingeist, von der Oberfläche der Schleimhaut (Taf. III, Fig. 4) aus unter einer leichten Anspannung, so bemerkt man die Schleimhaut versehen mit einem regelmässigen Netze wallartiger Erhebungen (*b*), welche in ihrem Innern ein conformes Netzwerk weiter Lymphbahnen (*c*) beherbergen und rundliche oder längliche Oeffnungen (*a*) einfriedigen. Die Breite der Wälle (mit Inbegriff ihrer Epithelialbekleidung gemessen) beträgt im Mittel 0,15, 0,2—0,225''', die Durchmesser der Gruben, ziemlich wechselnd, liegen zwischen 0,075—0,15''' und mehr.

Zugleich erkennt man die Querschnitte der Schlauchdrüsen (bei *b*), welche in Zellenauskleidung und Quermessern mit denjenigen des Dünndarms übereinkommen. Sie stehen ziemlich gedrängt, jedoch etwas unregelmässig. Man kann im Allgemeinen zur Seite der Lymphbahn eine doppelte, ja dreifache Reihe jener Drüsenöffnungen unterscheiden. Rückt jene Bahn aber mehr gegen den einen Rand, so kann sich auch nur eine einfache Reihe jener Schläuche vorfinden. Das Schleimhautgewebe selbst (Fig. 3) trägt in dieser oberflächlichsten Lage schon jenen Charakter, welchen wir in einem früheren Aufsatze für die Dünndarmschleimhaut geschildert haben. Es ist im Uebrigen verhältnissmässig reich an spindelförmigen längliche Kerne besitzenden Bindegewebskörperchen, sowie an Lymphzellen (*e*).

Eigenthümlich sind zahlreiche dicht unter der Oberfläche gelegene und ihr parallelziehende schmale Kernbildungen (*a*).

Schon die Beobachtung mittelst einer schwachen Lupe lehrt, wie die vorhin erwähnten, von den Schleimhautwällen eingegrenzten Oeffnungen die relativ engen Eingangspforten jenes ziemlich tiefen und nach abwärts mehr und mehr sich erweiternden Grubensystemes sind, welches bekanntlich zu den Kuppentheilen *Peyer*'scher Follikel leitet und von *Böhm* als Vaginula beschrieben worden ist.

Feine verticale Schnitte (Taf. III, Fig. 1) geben hierüber den besten Aufschluss. Man bemerkt den Schleimhautwall von der Eingangspforte an etwa $^1/_4$''' weit herabsteigen, mehr und mehr sich stark verschmälernd (auf 0,05 ja 0,025'''), so dass der am senkrechten Schnitt eine Keilform darbietet und der Boden der Grube einen Diameter von $^1/_5$ bis gegen $^1/_4$''' erreicht an der Stelle, wo der Wall in die Basis der aus dem Grunde aufsteigenden Follikelkuppe (*c*, *d*) continuirlich übergeht und wo ein gleiches Weitergehen des Cylinderepitheliums stattfindet, ganz ähnlich demjenigen, was wir früher für die *Peyer*'schen Drüsen in dem Dünndarm des Kaninchens kennen gelernt haben. Diese Vaginula umfasst die ziemlich regelmässig 0,15 und 0,175—0,2''' hohe Follikelkuppe, im Allgemeinen enge, so dass nur ein schmaler Zwischenraum die Cylinderepithelien trennt. Die Follikelspitze selbst liegt 0,075—0,125''' tiefer als die freie Schleimhautoberfläche.

Die Schlauchdrüsen (Fig. 3 *c*), deren wir schon früher als in den Schleimhautwällen eingelagert gedacht haben, sind von mässiger Kürze. Bei der Keilgestalt der Wälle nehmen sie convergirende Stellungen an. Tief nach abwärts, d. h. an unteren Stellen der Seitenwandungen ausmündende Schlauchdrüsen haben wir ebenfalls bemerkt.

Die angegebenen Darstellungen controlirt nun der Horizontalschnitt.

In der Höhe von 2 (der Fig. 1) geführt, wie Fig. 5 lehrt, sieht man von Cylinderepithel bedeckt die stielförmigen unteren Wallpartieen netzartig zusammenfliessend (*a*) und erkennt in einigen noch die blindsackigen Enden von Schlauchdrüsen. Die Gruben zeigen die Follikelkuppen (*b*) vorspringend, (an welchen übrigens das Cylinderepithelium nicht gezeichnet worden ist).

Noch tiefere Flachschnitte aus der Höhe von 3, zeigen das bei Fig. 6 gelieferte Bild. Die Gruben zwischen den Wällen (*a*) sind grösser geworden und die breiteren basalen Theile der Follikelkuppen (*b*), (an denen hier das Cylinderepithel sichtbar ist), füllen jene aus. An einer Stelle, wo der Schnitt etwas dünner ausgefallen ist, sind ein paar blinde Enden von Schlauchdrüsen quer durchschnitten sichtbar.

Die Kleinheit der Zeichnungen bringt es mit sich, dass der Charakter des Schleimhautgerüstes an ihnen nicht angegeben werden konnte.

Welches ist nun dieser an derartigen Localitäten? Feine, etwas ausgepinselte Horizontalschnitte zeigen einen beträchtlichen Reichthum an Lymphkörperchen, aber einen mehr faserigen Bau des Schleimhautgewebes mit im Allgemeinen concentrisch laufender Faserung; dieselbe Richtung halten die reichlich vorkommenden spindelförmigen Bindegewebekörperchen ein.

Unterhalb ihrer Basis sehen wir am Verticalschnitte die Follikel (Fig. 1 bei *k*) wiederum mit dem benachbarten Schleimhautgewebe und durch dieses mittelbar unter einander verschmelzen. Das Mucosengewebe trägt hier vollständig den Charakter der Follikelsubstanz und ist auch eine solche. Die Höhe dieser verbindenden follikulären Schicht ergiebt sich zu 0,05 — 0,075‴ im Mittel. Querschnitte des letzteren stellt Fig. 2 *A* und *B* dar; in schwacher Vergrösserung Fig. 7.

Unter dieser Stelle beginnt nun der von *His* treffend als schuhsohlenförmig bezeichnete Follikel, sich einzuschnüren (Fig. 1 *n*) sowie von der Nachbarschaft scharf abzugrenzen und zwischen je zwei benachbarten Follikeln nimmt der lymphatische Umhüllungsraum seinen Anfang.

Da, wo aus der vorhin erwähnten verbindenden Schicht die schmälere (dem vor dem Absatze liegenden eingeschnürten Theile einer Schuhsohle vergleichbare) Partie hervortritt, bemerkt man indessen noch eine weitere auffallende Bildung.

Zwischen je zwei Follikeln nämlich erscheint an Verticalschnitten ziemlich regelmässig, in den hier breiten Anfangstheil des lymphatischen Umhüllungsraumes einspringend, ein warzenförmiger Vorsprung (Fig. 1 *m*)

mit nach unten, d. h. gegen die Muscularis gerichteter Spitze und mit der Basis in die verbindende Schicht der Follikel continuirlich übergehend.

Die Höhe dieser warzenartigen Einsprünge wechselt zwischen 0,06, 0,075—0,09''', ihre Breite von 0,06 zu 0,075 und 0,7'''. Sie erscheinen desshalb bald breiter und flacher, bald dünner und schlanker. Bisweilen sieht man hier und da die Spitze einer solchen Warze fadenförmig sich ausziehen und zu einem strangartigen Fortsatze werden, welcher schief nach abwärts laufend den Umhüllungsraum eine Strecke weit durchsetzt und spitzwinklig in eine tiefere Stelle des einen der beiden Follikel einleitet (Fig. 1 *m*, nach rechts).

So erscheint das Bild auf longitudinalen, d. h. der Längsaxe des Darmes parallelen Verticalschnitten, so aber auch fast ganz unverändert an solchen Schnitten, welche die Axe des Darmrohrs rechtwinklig kreuzen. Hieraus ergiebt sich, wie wir annehmen, dass jene warzenförmigen Einsprünge nicht isolirte Papillen, sondern die Durchschnitte eines ringförmigen Walles zwischen den Follikeln darstellen, welcher seine freie Kante nach abwärts kehrt.

Verfolgen wir nun zunächst die Gestalt des unteren freiliegenden Follikeltheiles an derartigen Verticalschnitten (Fig. 1) weiter.

Unter den Warzen gewinnt er ziemlich rasch eine bedeutendere, $^1/_5$—$^1/_4$''' betragende Breite und erscheint in Form eines stumpfen Ovales, dessen Länge ziemlich regelmässig $^1/_3$''' ergiebt. Von Septen zwischen ihnen kommt wenig, und von hier die Seitentheile mit einander verbindenden Fortsätzen fast nichts zum Vorschein. Anders wird es aber an den abgerundeten, die Submucose mit flachen Eindrücken unter sich zeigenden Follikelenden (bei *o*). Hier treten öfters strangartige, mit Lymphzellen infiltrirte Fortsätze, getheilt oder ungetheilt den Umhüllungsraum[1]) durchsetzend, von dem einen Follikel zum andern herüber oder von der Unterfläche der Follikel aus in das submucöse Gewebe herein. Es wiederholt sich also das Verhältniss, welches für das Ileum schon geschildert wurde.

Sonach sind auch die Follikel des wurmförmigen Fortsatzes oberwärts in der vorhin geschilderten Kuppe frei, in der mittleren Verbindungsschicht mit einander verschmolzen und in dem grössten Theile ihrer unteren Partieen fast vollständig von einander isolirt, dagegen wieder gegen die Basen durch das eben erwähnte Strangsystem sowohl mit einander verbunden als mit dem submucösen Gewebe verlöthet; Dinge, welche wir wesentlich ebenso schon an den kleinen *Peyer*'schen Haufen des Kaninchendünndarms getroffen haben.

1) Wir ziehen diesen unseren eigenen, schon oben benutzten Ausdruck der *His*'schen Benennung des »Lymphsinus« darum vor, weil mit dem zuletzt genannten Worte sehr verschiedene Dinge, wie die Gänge der Markmasse von Lymphknoten, die canalförmigen Wege der Lymphe durch Parenchym versehen werden und der

Die Breite der Umhüllungsräume, welche um die freie Follikelhälfte genau die Einrichtung um die Alveolen eines Lymphknotens wiederholen, wechselt. Am grössten ist sie am Anfange des Raumes, wo allerdings der einspringende Ring den Hohlraum sehr beträchtlich erfüllt; geringer gestaltet sie sich weiter nach abwärts, wo der seitliche und basale Theil des Lymphraumes keinerlei constante Verschiedenheit erkennen lässt. Wir bestimmten die Weite dieses Umhüllungsraumes an unseren Weingeistpräparaten zu 0,01, 0,015, zu 0,02, aber auch zu 0,025 und 0,03‴.

Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass die Flächenschnitte der bisher besprochenen Follikelregionen damit in Uebereinstimmung sind. Aus der Höhe der verbindenden Schicht (5) genommen, zeigt sich am nicht injicirten Präparate nur ein gleichmässiges follikuläres Gewebe, während an gefüllten Objecten die Vertheilung der Blutgefässe und noch mehr der Lymphbahnen die Follikelgrenze zu erkennen giebt. (Man vgl. Fig. 7.)

Gehen wir zu einem etwas tieferen Horizontalschnitt über (Höhe von 6), so gewahren wir (Fig. 8) in rundlichen Formen die eingeschnürten Follikelpartieen (*a*) vollkommen von einander abgegrenzt und durch ansehnlichere kreisförmige Lymphräume (*b*) getrennt.

Wenden wir uns endlich zu einem gleich gerichteten noch tieferen Schnitte (aus der Höhe von 6), so erkennen wir die gleichen lymphatischen Räume wieder, aber stellenweise durchsetzt von verbindenden Strängen.

Verfolgen wir nun zunächst den Bau der Follikel sowohl aufwärts gegen das blinde Ende des wurmförmigen Fortsatzes als nach unten zum Uebergange in das weitere und viel dünnwandigere Coecum hin. Die Follikel nehmen aufwärts unter Abflachung der Wälle mehr und mehr an Höhe zu, so dass Kuppen und Grundtheile gleichmässig vergrössert und dabei ziemlich schlank erscheinen. Erst im blinden Ende selbst stösst man wiederum auf eine gleichmässige und nicht unbeträchtliche Verkleinerung der sämmtlichen Follikeltheile. Das Bild bleibt also im Wesentlichen das von uns früher geschilderte.

Anders wird es dagegen nach abwärts gegen das Coecum hin. Die Schleimhautwälle gewinnen hier an Mächtigkeit, namentlich an Höhe beträchtlich und damit werden die zur Follikelkuppe führenden Gruben tiefer und tiefer. Die Follikel selbst nehmen an Höhe ab und zwar unter bedeutender Verkürzung des Grundstückes und Verlust der mittleren Einschnürung, während die Kuppe die alte Form bewahrt. Gelangt man in die nächste Nachbarschaft des Blinddarms, so sind die Follikel ganz in der gewöhnlichen Form des Dünndarms erscheinend, wie wir sie Fig. 9

einen Follikel umgebende Raum anatomisch doch von jenen Bahnen verschieden ist — und auch physiologisch bei seiner netzförmig durchbrochenen Wandung, wie wir annehmen müssen.

gezeichnet haben. Die letzten an die dünne Colonschleimhaut selbst angrenzenden Follikel sind sehr niedrig, nur gegen $^1/_6'''$ hoch und werden von breiten, entwickelten, an Höhe bis zu $^1/_3'''$ ergebenden Schleimhautwällen eingegrenzt. Hier münden dann die zahlreichen Schlauchdrüsen noch tief an den Seitentheilen des Walles herunter in die Gruben aus.

Was die feinere Structur betrifft, so können wir hier nur von ähnlichen Verhältnissen, wie sie der Dünndarm darbot, berichten. Das Netzgerüste der Follikel ist das gewöhnliche, zeigt in der Kuppe und dem Grundtheil eine weitmaschigere und vergänglichere Innenpartie und geht in der verbindenden Schicht continuirlich in die benachbarten Stellen und die Schleimhaut am Grunde der Wälle über.

Hieran reiht sich nun die Anordnung der Blutgefässe, welche an vollständigen Injectionspräparaten in reicher Zierlichkeit ein höchst anziehendes mikroskopisches Bild entfaltet.

Verfertigt man sich aus einem doppelt injicirten Stück des wurmförmigen Fortsatzes einen feinen verticalen Längsschnitt, so sieht man, wie durch die strangartigen Fortsätze an der Basis der Follikel Blutgefässe in die letzteren selbst eintreten, welche sich nach ihrem Verlauf bald in der Form von Querschnitten, bald längslaufender Röhren ergeben, ebenso nach der Farbe theils als Arterien, theils als Venen. Die Messung zeigt sehr verschiedenes Caliber. (Die Arterien besitzen 0,01, 0,0125—0,0175 und 0,03''', die Venen 0,0125—0,0375 und 0,0075''' Quermesser).

In die Follikel gekommen zerspalten sich die arteriellen Zweige weiter und verlaufen im Allgemeinen peripherisch, dicht unter dem Rande der unteren freien Follikelhälfte ihren Weg nach oben fortsetzend, indem sie nach einwärts (gegen die Follikelmitte zu) in ziemlich regelmässigen Abständen feine, 0,00205, 0,00255 und 0,00341''' messende Haargefässe abgeben, welche durch Querzweige verbunden das bekannte, *Peyer*'schen Drüsen eigenthümliche Maschennetz bilden. Dieses Maschenwerk ist in den Randpartieen des Follikels allerdings ein engeres, in den centralen Theilen dagegen ein weiteres, ohne jedoch hier, wie man in neuerer Zeit mehrfach behauptet hat, schlingenförmig umzubiegen und einen gefässfreien Centraltheil im Follikel übrig zu lassen. Allerdings entsteht bei unvollkommener Injection ein derartiges Trugbild sehr leicht; es füllen sich eben nur mühsam und schwierig diese centralen Capillaren. In gleicher Weise ist das Balkengerüste im Innern der Follikel ein weitmaschigeres, loseres, viel leichter zerstörbares, so dass es uns nicht Wunder nehmen darf, wenn jenes an feinen Schnitten durch den Zug der Messerklinge herausfällt und somit eine, nicht allein von Netzfasern, sondern auch von Haargefässen freie Mittelpartie zu existiren scheint.

Schlanke arterielle Zweige am Aussenrande des Follikels lassen sich an geeigneten Objecten oft über grössere Strecken nach oben (gegen die freie Schleimhautfläche) verfolgen und zwar bis zur Stelle der die Folli-

kel verbindenden Schicht. Hier erkennen wir weitere capillare Zerspaltungen derselben und zwar nicht bloss nach innen, d. h. in den halsförmig eingeschnittenen Follikeltheil, sondern auch nach aussen in die verbindende follikuläre Substanz.

Das Schicksal der beiderlei Haargefässnetze, zwischen welchen anfangs die zahlreichsten Communicationen existiren, ist nun später, d. h. in dem weiteren Emporstreben jener zur freien Schleimhautoberfläche, ein verschiedenes. Das innere, dem eigentlichen Follikel selbst angehörige Gefässnetz setzt sich mit demjenigen der unteren Follikelhälfte in continuirliche Verbindung und erstreckt sich in derselben Weise in den oberen kuppenförmigen Theil des Follikels hinein. Auch hier sehen wir das Haargefässnetz nach innen weitmaschiger, nach aussen enger sich gestalten, jedoch einen mehr gestreckten (der Längsaxe der Follikelkuppe folgenden) Charakter gewinnen und zur Höhe der Kuppe gelangen.

Kehren wir nun zu den arteriellen und capillaren Gefässen der die Follikel verbindenden Zwischensubstanz zurück.

Die schlanken arteriellen Zweige, deren wir vorhin gedacht haben, gelangen, 0,00383—0,00639‴ dick, unter weiterer reichlicher Abgabe von Haargefässen in dem keilförmig erscheinenden Durchschnitt des die Follikelkuppe ringförmig umgebenden Schleimhautwalles (der *Böhm*'schen Vaginula) mehr oder weniger hoch nach oben, bis sie endlich in dem Haargefässnetze selbst verschwinden. Dieses letztere umspinnt mit dem gewöhnlichen gestreckten Maschenwerk die dem Schleimhautwalle eingebetteten Schlauchdrüsen und bildet, an dessen Oberfläche angekommen, die bekannten capillaren Ringe um die kreisförmigen Drüsenmündungen. Hier nun, ganz in derselben Weise wie an der Colonoberfläche, erfolgt der Zusammentritt zu venösen Wurzeln. Diese, rasch zusammenfliessend, bilden stärkere Venenstämmchen, welche 0,005—0,015‴ dick in senkrecht absteigendem Verlaufe in die follikuläre Verbindungsschicht gelangen.

Dasselbe sehen wir die zu venösen Abflussröhren von 0,01—0,02‴ Quermesser gesammelten capillaren Blutbahnen der Follikelkuppen mit den absteigenden Venenstämmchen sich vereinigen, so dass an dieser Stelle auf Querschnitten vielfach Maschennetze von Gefässröhren zu bemerken sind, welche die doppelte Injection als venöse zu erkennen giebt.

Unterhalb der verbindenden lymphoiden Schicht sieht man die senkrecht absteigenden Venen häufig die Randtheile einzelner Follikel einhalten, bisweilen auch wohl mehr (wie Querschnitte zeigen) in den inneren Theilen der Follikel selbst oder auch in schief absteigenden strangartigen Fortsätzen des Follikelgewebes ihren Weg nach abwärts zur Submucosa fortsetzen. Indem sie reichlich weitere venöse Wurzeln aus der unteren Follikelhälfte aufnehmen, erweitern sie sich oft bis zu 0,02‴. Nicht selten gewahrt man durch die den Grund benachbarter Follikel verbindenden Stränge aus dem einen Follikel eine nicht unansehnliche

Venenwurzel in das stärkere Venenstämmchen eines benachbarten Follikels schief herübertreten. Schliesslich gelangen die Venenstämme, durch einen dickeren derartigen Strang umhüllt, aus dem Follikelgrunde und damit aus der Schleimhaut selbst in das submucöse Gewebe.

Hiermit ist die Beschreibung der verwickelten Blutbahnen in der Schleimhaut des betreffenden Darmstückes beendigt; denn auf die Schilderung desjenigen, was die in verschiedenen Höhen gewonnenen Flächenschnitte lehrten, hier weiter einzutreten, müssten wir für eine unnütze Weitschweifigkeit erachten. — Für Denjenigen, welcher unsere Beobachtungen wiederholen sollte, diene nur die Bemerkung, dass eine sorgsame Prüfung uns die an dem Längsschnitte geschilderten Gefässanordnungen auch für horizontale Schnitte vollkommen bestätigt hat.

In der geschilderten Weise verhalten sich die Blutbahnen durch den ganzen Processus vermiformis mit Ausnahme der untersten, dem Coecum angrenzenden Partie. Hier bringt die einfachere und niedrigere Gestalt des Follikels allmählich eine ähnliche Anordnung mit sich, wie wir sie früher für das Ileum des Kaninchens geschildert haben.

Die arteriellen Zweige, welche nach Durchlaufung der Submucosa in die Follikelbasis eindringen, zerfallen in Haargefässe, die an Verticalschnitten mit mehr gestrecktem Netze den Aussentheil, mit rundlichem die innere Partie des Follikels selbst durchlaufen. Andere arterielle Aestchen, rasch in Capillaren aufgelöst, umspinnen mit gestrecktem Maschenwerke die länger gewordenen Schlauchdrüsen, welche in den so beträchtlich vergrösserten Schleimhautwällen eingelagert sind. Verticale Durchschnitte der letzteren zeigen aus den Haargefässringen um die Drüsenmündungen herum seinen Ursprung nehmend, sehr häufig einen ansehnlichen, 0,02—0,025''' messenden Venenstamm, welcher senkrecht absteigt und seitlich die venösen Abflussröhren der Follikel in Form rasch zusammentretender Stämmchen von 0,01—0,0125''' Quermesser aufnimmt.

Gehen wir nun über zu Demjenigen, was die gelungene Injection der L y m p h b a h n e n für den Processus vermiformis des Kaninchens lehrt.

Durch das submucöse Gewebe, bald in mehr schiefem, bald in mehr senkrechtem Verlaufe steigen Canäle von wechselnder Stärke nach oben (Fig. 4 *p, q*), deren Wandungen sich hier ebenso wie die in anderen Darmpartieen des vorliegenden Geschöpfes verhalten dürften. Ihre Dicke fällt recht verschieden aus; stärkere, welche wir massen, ergaben 0,075, 0,045—0,0375'''. Man überzeugt sich deutlich, wie diese aufsteigenden Lymphbahnen nach Durchsetzung des submucösen Gewebes in den lymphoiden, den Follikelgrund umziehenden Umhüllungsraum einleiten (*o*).

Da nun diese unteren Follikelhälften, wie wir früher gesehen haben, keine Scheidewände zwischen sich führen, da fernerhin die benachbarte Follikel verbindenden Stränge, sowie die zur Submucosa tretenden geringere Quermesser besitzen, so existirt mithin durch den ganzen unteren

Schleimhauttheil des wurmförmigen Fortsatzes ein zusammenhängendes System lymphatischer Umhüllungsräume. Es ist dieses der Grund, warum Lymphinjectionen gerade an diesem Darmstücke mit überraschender Leichtigkeit gelingen, wenigstens soweit sie die Erfüllung der Umhüllungsräume um die unteren Follikelpartieen betreffen.

Wir halten es für überflüssig, auf das Bild weiter einzutreten, welches die mit Injectionsmasse erfüllten Umhüllungsräume darbieten. Einmal ergiebt sich dieses schon aus unseren Zeichnungen (Fig. 1 und 8) und dann aus der früher gelieferten Beschreibung des umhüllenden Lymphbehälters selbst.

Der aufmerksame Leser erinnert sich wohl noch, wie das obere, (der freien Schleimhautfläche) zugekehrte Ende dieses Raumes sich erweiterte und wie hier in Gestalt einer warzenförmigen Excrescenz der Durchschnitt einer ringförmigen Verlängerung des follikulären Gewebes einsprang (Fig. 1 bei *m*). In den durch diese Warze gesetzten engen und tiefen Furchen pflegt bei weniger gelungenen Einfüllungsversuchen die Injectionsmasse häufig zu stocken, so dass die Lymphbahn hier ihr Ende zu nehmen scheint. In der That dürfte *His* dieses bei seinen Injectionen begegnet sein, indem er von dem ganzen wunderbaren Reichthum höher befindlicher Lymphgefässe nichts berichtet.

Ist die Einspritzung gelungen (und bei einiger Uebung ist das Kunststück kein grosses), so sieht man zunächst an dem Verticalschnitt, wie jene beiden schmalen und tiefen Furchen zu den Seiten des warzenförmigen Vorsprunges in zahlreiche, enge und feine (oft nur 0,01''', in andern Fällen das doppelte messende) Canäle (*m*) hineinleiten, welche theils die Warze selbst senkrecht aufsteigend durchziehen, theils nach den Seiten hin in die follikuläre Verbindungssubstanz führen, die zwischen den verengten Stellen der schuhsohlenförmigen Follikel vorkommt. Hier angelangt, unter reichlicher Astabgabe und vielfacher Verbindung, stellen sie in grosser Zierlichkeit ein reichliches Canalwerk rundlicher Maschen her (Fig. 1 *l*). Die Maschen selbst fanden wir im Mittel von 0,05—0,025''', die Lymphgänge etwa 0,00833—0,01''' mit Extremen nach beiden Seiten. An verticalen Schnitten hat diese ganze Schicht netzförmiger Lymphbahnen eine Höhe von $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{6}$''' und man erkennt wie ein Theil der obersten Gänge blindsackig sein Ende nimmt.

Einzelne derselben jedoch treffen mit andern die Warze senkrecht durchsetzt habenden Lymphcanälen zusammen und gelangen so in den Grund des keilförmig erscheinenden Durchschnittes des Schleimhautwalles (der *Böhm*'schen Vaginula) hinein.

In diesen keilförmigen Wällen steigen nun unsere Canäle (Fig. 1 *i g*) einfach oder doppelt und dreifach unter geradem und schlankem Verlaufe ohngefähr $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$''' weit nach oben. Sie geben bei diesem Auf-

steigen nur selten spitzwinklige Aeste ab und zeigen einen Quermesser von 0,01, 0,0125, seltener sogar 0,02‴.

Ungefähr in der Höhe der Follikelkuppe, wo der Schleimhautwall sich verbreitert, entsteht an unseren Canälen unter beträchtlicher Zunahme der Dicke eine rege Astbildung (*f*). Unter mehr rechtem Winkel treten Seitencanäle ab, welche mit andern der Nachbarschaft zusammenstossen, neue Seitenbahnen abgeben und so ein elegantes Netzwerk weiter Gänge bilden. Die obersten, d. h. die unter der freien Schleimhautfläche in horizontaler Richtung verlaufenden dieser Bahnen (Fig. 1 *e*) pflegen die weitesten zu sein und können quere Dimensionen von 0,025—0,04‴ gewinnen. Die Entfernung jener von der ihres Epithels beraubten Schleimhautoberfläche kann bis auf 0,01‴ herabsinken.

Die Flächenschnitte aus verschiedenen Tiefen, welche wir früher schon besprochen haben, vermögen das Bild des Verticalschnittes zu controliren.

Fig. 4 zeigt das Netz der oberflächlichsten horizontalen Lymphbahnen (*c*) in den ringförmigen Schleimhautwällen. Zugleich sieht man von der Unterfläche jener mehrere feinere Canäle senkrecht abtreten (*d*). — Fig. 5 und 6 *a* führen uns diese letzteren in Querschnitten aus zwei verschiedenen Tiefen vor. Fig. 7, wie wir wissen ein Flächenschnitt durch die warzenförmigen Vorsprünge und das Stratum der verbindenden Follikelsubstanz, zeigt das unmittelbar über dem Umhüllungsraume gelegene ringartige Netzwerk (*c*). Fig. 8 endlich ist der Querschnitt der unteren Follikelhälften und der erfüllten Umhüllungsräume (*b*).

Nur auf das Bild der Fig. 7 wollen wir noch für einen Augenblick näher eintreten. Diese Stelle ist offenbar die physiologisch wichtigste des ganzen Follikels, indem hier bei den zahlreichen lymphoiden Canälen die regste Wechselwirkung zwischen Lymphe und Drüsensubstanz erfolgt. Untersucht man feine, etwas gepinselte Schnitte dieser Localität (Fig. 2 *B*), so bemerkt man theils im Querschnitt, theils der Länge nach, theils auch schief getroffen jene Bahnen (*c*) mit unregelmässiger, unebener Randbegrenzung, ebenso mit gesetzlos von Strecke zu Strecke wechselndem Quermesser. Starke Vergrösserungen lehren, wie das folliculäre Gewebe mit der gewöhnlichen netzförmigen Beschaffenheit den Lymphraum einfriedigt. Damit steht es denn auch im Zusammenhang, dass wir gerade hier häufig Moleküle der benutzten Injectionsmasse fest anhängend gewahren; ebenso sehen wir, wie jene eine Strecke weit in das Innere der Follikel sich eingedrängt haben. Es existirt also zwischen diesen Bahnen und den membranös abgegrenzten der gewöhnlichen Schleimhaut eine wesentliche Differenz.

Wir wenden uns endlich zu denjenigen Lymphbahnen, wie sie am Eingange des wurmförmigen Fortsatzes in nächster Nachbarschaft des Coecum vorkommen. Hier zeigt das Injectionspräparat an Verticalschnitten Folgendes:

Nur die untere kleinere Hälfte des viel niedriger gewordenen Follikels ist von einem conformen Umhüllungsraume wiederum umzogen, in welchen jedoch keine warzenförmigen Einsprünge mehr stattfinden. Ueber dem Umhüllungsraume zieht in horizontaler Richtung und in ziemlicher Dicke das interfollikuläre Gewebe, mit benachbarten Follikeln Verbindungen eingehend und im Innern der hohen Schleimhautwälle bis zu den blinden Enden der eingelagerten Schlauchdrüsen sich erstreckend. Die Injection füllt natürlich auch hier zunächst den Umhüllungsraum und von diesem aus ein stark entwickeltes Netzwerk lymphatischer Canäle, welche die Verbindungssubstanz fast reichlicher als im übrigen Processus vermiformis des Kaninchens durchziehen. Von da an steigen in den Schleimhautwällen wiederum einzelne senkrechte Canäle auf, welche sich ebenfalls in ihrem Emporstreben mehr und mehr verbreitern, aber durchaus nicht jene starken Astbildungen gegen die Schleimhautfläche hin erkennen lassen, welche wir für den übrigen wurmförmigen Fortsatz als so bezeichnend kennen gelernt haben. Es gehen vielmehr unsere Gefässe in ziemlich einfacher Weise unter der Schleimhautoberfläche bogenförmig in einander über und dem entsprechend zeigt die Betrachtung der Mucosenfläche von oben wieder das gewöhnliche Netzwerk horizontaler Stämme. Ein feiner, gepinselter Flächenschnitt durch die follikuläre Verbindungsschicht bringt in reichlicher Menge die netzartigen Lymphbahnen jener ganz in derselben Weise wie sonst zur Anschauung.

Es bleibt uns endlich noch übrig, der aus der Schleimhaut des wurmförmigen Fortsatzes abführenden Lymphbahnen zu gedenken.

Die aus den Umhüllungsräumen austretenden Lymphwege durchsetzen die Submucosa und Muscularis und gelangen so in das subseröse Gewebe, um hier ein elegantes Netzwerk klappenführender knotiger Gefässe zu bilden. Die Quermesser letzterer ergeben sich höchst variabel von 0,02—0,05'''. Hat man von aussen her nicht allzu dünne Flächenschnitte abgetragen und dieselben stark aufgehellt, so erkennt man zuweilen deutlich, wie vom Follikelgrund mehrere Gänge die Injectionsmasse zu den Canälen der Muscularis hinleiten. Wir haben deren zwei, drei und auch vier gezählt. Verticalschnitte konnten natürlich hierüber keinen Aufschluss gewähren.

Aehnlich gestaltet sich auch das Netzwerk der Lymphbahnen in der Submucosa der einfachen zuerst geschilderten Follikel des Ileum.

Gehen wir jetzt zu einer dritten Localität, zum sogenannten **Sacculus rotundus** des Kaninchens über.

Ueber diesen Gegenstand hat, soviel wir wissen, ebenfalls *Böhm*[1]) die ersten genaueren Mittheilungen geliefert. Er drückt sich folgendermaassen aus: »Supra jam adnotavimus, in ultimo ileo ceteris majores re-

1) a. a. O. p. 46.

periri glandulas Peyerianas. Quod quam necessarium sit, et ad certum quendam finem institutum, non est quod melius ac luculentius te doceat, quam earum in cuniculis dispositio; in quibus forma tractus intestinorum omnino transmutatur, quo majus uberiori glandulae Peyerianae conformationi praebetur spatium. Ileum enim, priusquam per valvulam Bauhini in colon transit, subito ad latus ita amplificatur, ut sacculi rotundi, magnitudine nucis juglandis regiae, speciem induat. Parietes autem hujus sacculi corpusculis illis Peyerianarum glandularum propriis dense consiti sunt, quae tamen hoc loco papillarum instar, longos cylindros aemulantium, et in acumen rotundum exeuntium, producuntur, et profundum unumquodque vagina cinguntur. — Praeterea in principio coli juxta valvam Bauhini semper una quaedam invenitur glandula Peyeriana, ad quam interdum altera, sed minor accedit. Quae quum omnium maxima contineat corpuscula, haud a re abhorrere putavi, si lectorum animum ad eam adverterem. Nam propter magnitudinem facillime haec corpuscula observantur; huc accedit, quod per formam latam et planam, et quod villis non cinguntur, multo facilior redditur disquisitio«.

Die an allen Weingeistexemplaren $1\frac{1}{3}$, ja zuweilen $1\frac{1}{2}'''$ hohe Schleimhaut zeigt an Verticalschnitten einen ähnlichen Bau, wie wir ihn für den wurmförmigen Fortsatz kennen gelernt haben. Auch hier treten uns an derartigen Präparaten in dicht gedrängter Stellung schuhsohlenartige Follikel entgegen, welche mit ihrem unteren, circa $\frac{1}{3}'''$ an Höhe messenden Grundtheile in eine halsförmig verengte Mittelpartie wiederum überführen und nach oben mit einer Kuppe endigen, deren Längendimensionen sich zu $0{,}33$—$0{,}4'''$ ergeben. Auch hier sehen wir zwischen den halsförmigen Einschnürungen der Follikel ähnliche Warzen in die Umhüllungsräume einspringen, wie an entsprechenden Objecten des Processus vermiformis. Dieselben erscheinen jedoch grösser; einzelne erreichen bis $0{,}1'''$ im Quermesser und $0{,}125'''$ an Höhe. Ebenso ziehen sich manche derselben strangförmig nach unten aus, um so bis zum Grunde eines Umhüllungsraumes zu gelangen und hier entweder mit dem Follikel oder dem jenen eingrenzenden submucösen Bindegewebe zu verschmelzen.

Die die Follikelkuppen umgebenden Schleimhautwälle besitzen jedoch eine weit beträchtlichere Höhe als im wurmförmigen Fortsatze und die zur Follikelkuppe tretenden grubenförmigen Eingänge zeichnen sich mit Ausnahme der unmittelbaren Eingangspforte selbst durch bedeutende Enge aus. In ganzer Länge gemessen ergiebt der Schleimhautwall die mächtige Dimension von circa $\frac{2}{3}'''$ und mehr; der zur Follikelkuppe führende Gang diejenige von $\frac{1}{3}$ bis gegen $\frac{1}{2}'''$. Die Schleimhautoberfläche erscheint bald mehr glatt, bald mit zahlreichen kleinen und wenig gewölbten mikroskopischen Vorsprüngen versehen.

Die Betrachtung dieser Oberfläche ergiebt im Uebrigen ähnliche Netzfalten der Wälle, wie wir sie am Processus vermiformis fanden, und die

theils rundlichen, theils mehr unregelmässigen Eingangspforten zu der Vaginula zeigen Durchmesser von 0,1—0,2‴.

Untersucht man den Schleimhautwall selbst, so trifft man ihn von Schlauchdrüsen in schiefer divergenter, fast radienartiger Stellung durchsetzt. Letztere sind ziemlich kurz und münden theils auf der Höhe theils entlang der Seitenwandung des Walles, — alles Dinge, welche *His* schon vor uns richtig beschrieben hat und auf die hier specieller einzugehen wir darum nicht mehr nöthig haben. Wir bemerken ebenfalls noch bei dieser Gelegenheit, dass wir die Angaben dieses Beobachters über die strangartigen Verbindungen sowohl der einzelnen Follikel untereinander, als dieser letzteren mit der Submucosa vollkommen auch für den Sacculus rotundus bestätigen können. Endlich möge noch die Notiz hier ihren Platz finden, dass stellenweise im Sacculus rotundus die Follikel beträchtlich niedriger und die Schleimhautwälle relativ höher sich gestalten können.

Es bietet sich jetzt die Anordnung der Blutgefässe im betreffenden Darmstück zur Erörterung dar. Diese entfaltet an wohlgelungenen Präparaten ein reiches Bild. Schief aufsteigende, schlanke arterielle Zweige durchsetzen das submucöse Gewebe, um beim Eintritt in die Schleimhautunterfläche wohl gewöhnlich ein doppeltes feineres Astsystem abzugeben; eines nämlich, welches in die Follikel tritt und in diesen den üblichen capillaren Zerfall erfährt, und ein anderes, welches häufig unter Benutzung strangartiger Fortsätze den Grund (d. h. die Spitze) des keilförmigen Schleimhautwalles erreicht und hier unter weiterem Aufsteigen ein schlankes gestrecktes Capillarnetz bildet, welches in divergirender Entfaltung die schief stehenden Schlauchdrüsen mit den gewöhnlichen gestreckten Maschen umspinnt und daneben in dem verbindenden follikulären Stratum weitere Blutgefässe in den Follikel hereinsendet, zur Fortsetzung des Netzes der Haargefässe.

Die Wurzeln des Venensystems in der eigentlichen Schleimhaut beginnen in üblicher Weise von den ringförmigen, die Drüsenmündungen umgebenden Haargefässen der Oberfläche. Durch den raschen Zusammentritt der feinen Abflussröhrchen entstehen ansehnliche, 0,025—0,04‴ dicke Venenstämmchen, welche senkrecht durch die Schleimhaut herabsteigen und hierbei seitlich die von den *Peyer*'schen Follikeln gesammelten und an ihrem Rand herablaufenden venösen Gefässwurzeln in sich aufnehmen.

Dieses Gefässnetz, wenn auch im Einzelnen mancherlei untergeordnete Modificationen darbietend, schliesst sich eng dem des wurmförmigen Fortsatzes und namentlich dessen Anfangspartie an.

In den Follikeln finden sich wie dort so auch im Sacculus rotundus zweimal centrale weitmaschigere Capillarnetze ohne terminale Schlingen und gefässfreies Centrum.

Die Lymphbahnen betreffend fanden wir Folgendes: Die unter der

Serosa laufenden horizontalen Netze von klappenführenden Lymphgefässen verhalten sich wie im wurmförmigen Fortsatze. Auch hier treten durch die Muskelhaut und das submucöse Stratum Lymphcanäle zum Umhüllungsraume des Follikels und senken sich in diesen ein. Wie im Processus vermiformis staut sich die Injectionsmasse ebenfalls leicht in den beiden engen Furchen, welche durch die einspringende Warze an den oberen Enden dieses Raumes hervorgebracht werden. Von hier aus beginnt dann abermals durch die Verbindungssubstanz der eingeschnürten Follikelstelle dasselbe Netzwerk feiner Lymphcanäle, welches wir ausführlich bei dem vorher besprochenen Darmstücke geschildert haben. Die Weite der Bahnen und die Form ihrer Maschen bieten nennenswerthe Unterschiede nicht dar. Die Höhe dieses Maschenwerkes und der verbindenden follikulären Schicht überhaupt dürfte auf $^1/_5$—$^1/_6$''' im Mittel angenommen werden.

Aus diesem Netze und in ziemlich regelmässigen Abständen steigen schlanke, verticale Canäle nach oben, dringen in den unten zugespitzten Anfangstheil des keilförmigen Wallringes ein und steigen zwischen den Schlauchdrüsen nach oben. Die Quermesser dieser Röhren sind bei ihrem Auftauchen 0,01—0,015''', um im weiteren Aufsteigen stärker sich zu gestalten zu 0,015, 0,02—0,025'''. In einiger Entfernung, etwa $^1/_4$''' unterhalb der Schleimhautoberfläche, geben jene Röhren, gewöhnlich unter fast rechten Winkeln, Seitenbahnen von verschiedenem Caliber ab, die die mit denen der Nachbarschaft sich verbinden und so ein horizontales Netzwerk bilden, welches reichlicher, aber weniger regelmässig ist, als das entsprechende des wurmförmigen Fortsatzes.

Während aber in diesem letzteren die Lymphbahn mit dem eben erwähnten horizontalen Netzwerk bekanntlich schloss, ist es anders im Sacculus rotundus. Sein horizontales Maschenwerk nämlich bleibt weiter von der freien Schleimhautfläche entfernt (im Mittel etwa $^1/_7$—$^1/_8$''') und aus ihm erheben sich zahlreiche kurze, blindsackige Endzweige, welche eine kleine Strecke senkrecht emporsteigen und oft dicht unter der Mucosenfläche, 0,01—0,0143''', aber auch zuweilen 0,025—0,033''' entfernt ihr Ende nehmen. Hierbei sieht man eine Menge ampullenförmige Anschwellungen des Endes, 0,0333, 0,05''', ja noch mehr im Quermesser ergebend, welche von den leicht rundlichen Emporwölbungen der Schleimhautoberfläche aufgenommen werden.

Man erkennt schon bei der Betrachtung der Schleimhautoberfläche von oben mittelst des unbewaffneten Auges diese zahlreichen, blindsackigen Endgefässe als kleine gefärbte Punkte. Bei weitem zierlicher gestaltet sich das Bild, welches eine schwache mikroskopische Vergrösserung enthüllt. In der Tiefe liegt alsdann das horizontale Netzwerk und aus demselben steigen mit rundlicher Form im optischen Querschnitte gesehen die blindsackigen Enden der Lymphwege als Kolben empor. — Um von der Menge derselben eine Vorstellung zu geben, diene

noch schliesslich die Notiz, dass das Sehfeld des Mikroskopes mit $\frac{1}{4}'''$ Radius ihrer 25 zeigte.

Die Querschnitte aus verschiedenen Höhen der Schleimhaut des Sacculus rotundus ergeben dieselben Parallelbilder, wie die Flächenschnitte des wurmförmigen Fortsatzes und werden desshalb nicht weiter besprochen.

Aber noch von einer anderen Localität müssen wir schliesslich die *Peyer*'schen Haufen des Kaninchens in den Kreis unserer Erörterungen ziehen.

Wie man namentlich seit den *Böhm*'schen Untersuchungen weiss, existirt ein ansehnlicher *Peyer*'scher Haufen auch unmittelbar am Eingange des so mächtig entwickelten Coecum. Hierüber drückt sich der Verfasser[1]) folgendermaassen aus:

»Praeterea in principio coli juxta valvulam Bauhini semper una quaedam invenitur glandula Peyeriana, ad quam interdum altera sed minor accedit. Quae quum omnium maxima contineat corpuscula, haud a re abhorrere putavi, si lectorum animum ad eam adverterem. Nam propter magnitudinem facillime haec corpuscula observantur; huc accedit, quod per formam latam et planam, et quod villis non cinguntur, multo facilior redditur disquisitio«.

Zunächst fällt, wie *Böhm* richtig bemerkt, an den betreffenden Follikelhaufen das System der Schleimhautwälle, der sogenannten Vaginula auf.

Netzförmig umgiebt es auch hier die Follikelkuppen, zeichnet sich aber durch seine relative Niedrigkeit aus. So ragt denn aus dem etwas mehr als $\frac{1}{2}'''$ im Durchmesser ergebenden Felde der obere Theil des Follikels in ansehnlicher Grösse hervor, mit seiner Spitze wenig unter der freien Schleimhautfläche verbleibend. Zur näheren Erkenntniss dienen nun vor Allem Verticalschnitte: Die Differenz zwischen beiderlei Höhen beträgt im Allgemeinen höchstens 0,025—0,05'''. Der Schleimhautwall selbst erscheint auch hier wiederum nach unten keilförmig zugespitzt, in ungefährer Höhe von etwas über $\frac{1}{3}'''$. Seine Oberfläche ist für das unbewaffnete Auge mehr glatt, der Zotten entbehrend, und in ihrer grössten Breite $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}'''$ ergebend. Kleine rundliche oder mehr niedrige Vorsprünge treten dagegen über die Höhen und die Seitenflächen des Walles verbreitet bei Anwendung des Mikroskopes hervor. In den Wällen bemerkt man die convergent gestellten, 0,1—0,125''' langen und 0,025''' dicken Schlauchdrüsen.

Die von Cylinderepithelium bekleidete Follikelkuppe misst durchschnittlich $\frac{1}{4}'''$ in Höhe bei einer Breite von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}'''$. Ihre Spitze ist stumpf, bisweilen leicht eingekerbt. Die verbindende Schicht, natürlich auch hier nicht fehlend, besitzt eine mittlere Mächtigkeit von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{7}'''$.

1) a. a. O. p. 46.

Der Grundtheil des Follikels zeichnet sich durch Grösse und Breite bei verhältnissmässig geringer Entwickelung der Längsdimension aus. Wir fanden als Quermesser im Mittel ungefähr $\frac{1}{3}'''$, als Längenmesser entweder die gleiche Ziffer oder sogar beträchtlich weniger. Manche Follikel sind nämlich durch eine bedeutend höhere Verbindungsschicht zusammenhängend, so dass der freie Grundtheil beträchtlich niedrig ausfällt, ähnlich wie an den Follikeln des Ileum. Deutliche, aber enge und schmale Umhüllungsräume treten hier schon am nicht injicirten Objecte entgegen. Oft sind sie recht kurz, frühzeitig endigend. In jene springt die Unterfläche der follikulären Verbindungsschicht bald in Gestalt gewöhnlicher Warzen, bald sehr zugespitzt ein; öfters setzt sie sich auch nach abwärts zur Submucosa in Form breiter, den lymphoiden Charakter tragender Stränge fort, welche den Follikelrändern enge anliegen, so dass man abermals an die einfachen Haufen des Ileum erinnert wird.

Stärkere Vergrösserungen zeigen in den Wällen den gewöhnlichen Charakter des lymphzellenführenden Darmschleimhautgewebes und eingebettet reichliche convergent gestellte Schlauchdrüsen.

Feine Querschnitte aus dem Verbindungstheile ergeben dann wiederum den follikulären Charakter der die einzelnen Follikelquerschnitte verlöthenden Zwischensubstanz und lassen schon ohne vorherige Injection die schmalen und engen Lymphwege in der gewöhnlichen Beschaffenheit erkennen, die auch in den Schleimhautwällen erkenntlich sind. An einem sehr günstig erhärteten Objecte überzeugten wir uns mittelst zahlreicher Pinselpräparate auf das Deutlichste, wie sowohl durch die Kuppe, als den Mittel- und Grundtheil die Haargefässe und das netzförmige bindegewebige Gerüste continuirlich verliefen. An einem anderen Präparate, bei weniger glücklicher Erhärtung, fiel regelmässig aus dem Centrum des Follikelgrundes die Inhaltsmasse heraus, so dass beim Zuge der Klinge des Rasirmessers schon scheinbare Centralräume dem Auge entgegentreten. So entstehen jene Trugbilder, wo freilich eine genaue mikroskopische Analyse die abgerissenen Enden der gegen den centralen Theil strebenden Haargefässe und Netzfasern erkennen lässt. Das Verhalten der Blutgefässe bietet ähnliche Anordnungen dar, wie wir sie für andere *Peyer*'sche Drüsen des Kaninchens kennen gelernt haben. Am ähnlichsten dürfte, abgesehen von der verschiedenen Entwickelung der Schleimhautwälle, die Anordnung derjenigen sein, welche wir früher für den Anfangstheil des wurmförmigen Fortsatzes schilderten.

Wir sehen endlich nach Demjenigen, was die Injection für den betreffenden *Peyer*'schen Haufen lehrt. Am meisten wird das Verhalten der Lymphwege in den Schleimhautwällen in Frage kommen. —

Hinreichende Einfüllungen sind übrigens schwieriger als beim Sacculus rotundus und dem wurmförmigen Fortsatze des gleichen Thieres zu gewinnen. Die relative Enge der Umhüllungsräume erklärt dieses leicht.

Man erhält auch hier unter der Schleimhaut das gewöhnliche weitmaschige Netzwerk starker Lymphbahnen, demjenigen des Processus vermiformis ähnlich. Die Quermesser jener Wege ergeben im Mittel 0,02, 0,025—0,03333 und 0,04'''. Von ihnen aus füllen sich die Umhüllungsräume. Das Bild derselben ist jedoch ein ganz verschiedenes, je nachdem wir im Verticalschnitte die Seitenwand des Follikels oder dessen Axentheile getroffen haben. Im ersteren Falle bemerkt man unregelmässige eckige, zackige und sternartige Räume mit der Injectionsmasse gefüllt und durch feine Wege zusammenhängend, so dass ein Bild entsteht, wie wir es später im Blinddarm der Katze wiederfinden werden. Ist der Verticalschnitt durch die Längsaxe des Follikels gegangen, so sind die Ränder des Follikeldurchschnittes von ungewöhnlich schmalen und durchaus nicht über grosse Strecken continuirlichen Umhüllungsräumen von 0,01, 0,0125—0,015 und 0,0175''' Breite umzogen. Sonach umzieht den Follikelgrund statt des einzigen Umhüllungsraumes hier ein System zackiger und sternartiger Hohlräume, welche sich durch bedeutende seitliche Compression auszeichnen. Wir werden diese Modification bei andern *Peyer*'schen Drüsen später wiederkehren sehen und bemerken nur, dass schon die Haufen des Ileum beim Kaninchen einen ganz gleichen Bau der umhüllenden Räume unter Umständen darbieten können.

Aus jenen umgewandelten Umhüllungsräumen dringen feine Gänge (0,01 — 0,005''' im Quermesser) in die Verbindungssubstanz herein. Bei ihrer so verschiedenartigen Endigung nach abwärts, treten uns viele Modificationen der Bahnen entgegen. Bald mehr einfach, bald bei breiterer Verbindungssubstanz in ganzen Netzen setzen jene Gänge ihren Weg nach oben fort, bald mit gleicher Feinheit, bald weiter geworden, so dass Dicken von 0,02—0,025''' hier bemerkt werden können. In den Schleimhautwällen endlich steigen zum Theil ganz feine, zum Theil recht weite Lymphbahnen nach aufwärts, um in einiger Entfernung von der Oberfläche horizontaler Netze bald feinerer bald weiterer (0,005 und 0,01—0,02''' messender) Röhren zu bilden.

Hiermit sind denn auch die Horizontalschnitte in Uebereinstimmung. Man erkennt beim Abtragen der Schleimhautoberfläche in den netzförmigen Wällen die peripherischen Lymphbahnen netzförmig angeordnet, ohne erheblichere blindsackige Endigungen nach aufwärts. Tiefer abwärts gewinnt man die Querschnitte der absteigenden Bahnen, aber in unregelmässigerer Form und Weite, als am Processus vermiformis; dann erscheinen die engeren Netzbahnen des Verbindungstheiles und endlich gleichfalls netzartig und oft unterbrochen die Horizontalansichten der Umhüllungsräume.

Nachdem wir so für das Kaninchen mehrfache Gestaltungen der *Peyer*'schen Drüsen und ihrer Lymphbahnen kennen gelernt haben, gehen wir nun über zur K a t z e.

Wir untersuchten hier den kleinen Blinddarm, welcher bekanntlich

dicht gedrängte Follikel enthält und somit in seinem feineren Bau nicht das eigentliche Coecum, sondern einen wurmförmigen Fortsatz darstellt. Die Structurverhältnisse bieten manches Sonderbare dar; der oberste blindsackige Theil des Coecum zeigt eine mehr glatte Oberfläche (Fig. 13), während an den tieferen unteren Stellen (Fig. 14) — wenigstens bei dem von uns untersuchten Exemplare — Zotten (*a*), bald mehr klein und niedrig, bald lang und schlank, vorkommen. Abgesehen von diesen Erhebungen hat die Schleimhaut selbst nur eine Höhe von $^1/_5'''$ und trägt dicht gedrängt zahlreiche Schlauchdrüsen (Fig. 13 *a* und 14) eingebettet. Den Quermesser derselben fanden wir im Mittel $^1/_{40}$—$^1/_{50}'''$. Unter den blindsackigen Enden zeigt sich, die eigentliche Schleimhaut abgrenzend, eine entwickelte, bis 0,025''' dicke Muscularis mucosae (*e*, *e*). Unter dieser Lage tritt mit der gewaltigen Höhe von $^3/_4'''$ das submucöse Zellgewebe uns entgegen. In ihm liegen, und zwar $^2/_3$ bis $^3/_4$ seiner ganzen Dicke einnehmend, die grossen Grundtheile *Peyer*'scher Follikel (Fig. 13 *d*, 14 *d*), gewöhnlich dicht gedrängt, bisweilen weitere Abstände zwischen sich lassend. Diese Abstände können eine Enge von nur 0,01''' darbieten. Andere breitere Trennungen können aber 0,025, ja sogar 0,1''' Breite zeigen. Die Form des Follikel-Grundes ist im Allgemeinen eine länglich runde; indessen finden sich hier mancherlei Verschiedenheiten. Zwischen manchen ziemlich grossen, tief in das submucöse Gewebe hineinragenden Follikeln können andere, in Quere und Länge viel kleinere auftreten. Nach oben, und zwar in der nicht unbeträchtlichen Breite von 0,05—0,1''', pflegen die Follikel continuirlich in einander überzugehen, so dass (Fig. 13. 14 *c*) auch hier eine Schicht verbindender follikulärer Substanz existirt.

Fragen wir nun nach dem oberen kuppenförmigen Endtheil der Follikel (Fig. 13 *b*, 14 *b*). Hat man feine verticale Schnitte, so sieht man, wie an einem grossen Theil der Follikel die Muscularis mucosae über der Höhe des Follikels eine Strecke weit unterbrochen ist, wie sich hier die Follikelmasse in einer Breite von $^1/_4$ und $^1/_5'''$ in die eigentliche Schleimhaut hinein fortsetzt und eine im Allgemeinen flache, niedrige Kuppe von 0,125, 0,15—0,1525''' bildet, welche bei der Dünne der Coecumschleimhaut nur wenig tiefer erscheint als die freie Schleimhautoberfläche selbst. An feinen Schnitten zeigte sich über einzelne Follikel die Muskelschicht continuirlich; vermuthlich ist hier der Durchschnitt nicht durch die Mitte eines Follikels gekommen. Indessen wollen wir die Möglichkeit offen halten, dass einzelne Follikel ohne Kuppe bleiben. Verfertigt man alsdann noch die ferneren Querschnitte, so ergeben sich die correspondirenden Bilder. Die Follikelkuppen scheinen ziemlich getrennt auch in ihrem untersten Uebergangstheile von der eigentlichen Schleimhaut zu bleiben. Querschnitte durch den Follikelgrund zeigen hinsichtlich der Umhüllungsräume anfangs ein sehr befremdendes Verhalten. Man glaubt nämlich dieselben ganz zu vermissen, indem das

submucöse Bindegewebe zwischen den Follikeln erscheint. Bei genauerem Zusehen erkennt man in demselben Lücken, welche zur Lymphbahn gehören dürften, eine Vermuthung, die durch das injicirte Präparat, wie wir später sehen werden, bestätigt wird.

Die Injection nun muss, indem eine bedeutende Enge der Lymphwege vorliegt, als eine recht schwierige bezeichnet werden; wie sie uns denn auch nur einmal ziemlich vollständig geglückt ist. Aus der Muskelhaut kommen feine etwa 0,0125—0,01667‴ messende Stämme, welche in dem untersten Theil der Submucosa mehr oder weniger senkrecht aufsteigen (Fig. 13 *i*, Fig. 14 *i*). Dann findet man, wie dieselben unter Abgabe von Aesten und Verbindung derselben ein horizontales Netzwerk von Lymphgefässen bilden mit polyedrischen Maschen von verschiedener Grösse und im Allgemeinen engen Röhren, die an ihren Knotenpunkten beträchtliche Erweiterungen, wie man sie sonst von derartigen Ausbreitungen der Lymphgefässe vielfach kennt, herstellen. Man kann dieses horizontale Netzwerk als das tiefere der Submucosa bezeichnen und über ihm noch ein zweites höheres im Allgemeinen weiterer Röhren unterscheiden; beiderlei Netze stehen wiederum durch senkrechte Zweige im Zusammenhang.

Feine Verticalschnitte der Schleimhaut lassen uns diese verbindenden Röhren auf das Deutlichste erkennen; ebenso finden wir, dass das oberflächlichere Netz in der Gegend des Follikelgrundes seine Ausbreitungs-Ebene findet, und wenigstens sehr häufig um den basalen Theil des Follikelgrundes eine beträchtliche cavernöse Erweiterung bildet. Von hier aus sehen wir nun die Lymphbahnen als wandungslose Ströme die untere Follikelhälfte umziehen (Fig. 13 *h*, Fig. 14), aber unter einer überraschenden Modification. Statt des einfachen Umhüllungsraumes nämlich, wie wir ihn bisher in *Peyer*'schen Drüsen gefunden hatten, sehen wir ein System netzförmiger Lymphwege bald mit sparsamerer, bald mit sehr reicher Maschenbildung die Follikelperipherie umziehen (Fig. 13 *g*, 14 *h*). Sind die beiden angrenzenden Follikel durch einen breiteren bindegewebigen Zwischenraum getrennt, so gewinnt unser Netzwerk seine grösste Entfaltung, und die beiderlei peripherischen Netze der einander zugekehrten Follikel stehen durch seitliche Zweige in Verbindung. Sind dagegen zwei Follikel einander sehr genähert, so erkennen wir die netzförmigen Gänge vereinfacht; mehr zu Umhüllungsräumen werdend. Niemals jedoch haben wir jene einfachen derartigen Räume gesehen, welche wir früher für den wurmförmigen Fortsatz des Kaninchens etc. geschildert haben. Auch an der Stelle grösster Follikelannäherung (d. h. also in der Aequatorialebene der unteren Follikelhälfte) bleiben die umhüllenden lymphoiden Netzbahnen durch schmale Zwischenräume des submucösen Gewebes geschieden. Bis zu diesen Stellen existirt eine fortgehende Verfeinerung der Bahn (vgl. Fig. 12 *b*). Unsere Messungen zeigen gerade an letzterer Localität neben einzelnen

weiteren Lymphcanälen die grosse Mehrzahl derselben bis zu 0,02, 0,01, ja bis zu 0,005''' herabgesunken.

Von da an steigt, den gleichen Charakter bewahrend, das peripherische Lymphnetz der Follikel nach oben, und gelangt so in die follikuläre Verbindungssubstanz. Hier behält es einen wesentlich gleichen Charakter und sammelt sich dann zu einzelnen Röhren, welche die Muskelhaut der Mucosa perforiren und so in die eigentliche Schleimhaut selbst gelangen. Sie steigen dann zwischen den Drüsenschläuchen (Fig. 13 *a*, Fig. 14 *g*) nach oben, um sich zur freien Schleimhautoberfläche je nach dem Bau der letzteren verschieden zu verhalten. Ist diese mehr glatt (Fig. 13 *a*), dann dürfte in einiger Entfernung von derselben durch rechtwinklige Astabgabe die bekannte horizontale Endausbreitung erfolgen, derjenigen ähnlich, welche wir in einer früheren Arbeit für das Colon mancher Säugethiere geschildert haben. Trägt dagegen die Schleimhaut Zotten (Fig. 14 *a*), so erheben sich aus dem horizontalen Netzwerk aufsteigende, die Zottenaxe einfach durchziehende Chylusgefässe, welche bald höher oben, bald tiefer von der Zottenspitze entfernt ihr Ende nehmen.

So hätten wir auch hier wiederum ein zu- und abführendes Gefässsystem für die *Peyer*'schen Follikel kennen gelernt, zugleich aber eine eigenthümliche Umwandlung des Umhüllungsraumes in netzförmige Lymphcanäle gefunden.

Wir gehen nun zunächst abermals zu *Peyer*'schen Drüsen dicker Därme über, und reihen dasjenige an, was wir im Blinddarm des Meerschweinchens injicirt und beobachtet haben.

Unsere Versuche, *Peyer*'sche Drüsenhaufen in den so dünnwandigen Dünndärmen des kleinen Thieres zu injiciren, waren nicht von Erfolg gekrönt. Dagegen gelang uns wenigstens zweimal die Injection im Blinddarm dieses Geschöpfes. Das Meerschweinchen führt nämlich drei, vier, fünf kleine, länglich runde Ansammlungen der Art, wie es scheint regelmässig, in dem betreffenden Darmstück, bestehend aus einer geringen Zahl kleiner rundlicher Follikel. Das so kleine Object gestattet die Erkennung des feineren Baues nur schwierig. Auch hier (Fig. 15) liegen die Follikel, wenig über $\frac{1}{4}'''$ gross und durch ziemlich breite Partieen verbindender follikulärer Substanz von einander entfernt, mit ihrem rundlichen unteren Theile (*d*) im submucösen Gewebe. Ueber ihnen verläuft einmal die sehr dünne Muscularis mucosae und dann die eigentliche, etwa 0,1''' hohe Schlauchdrüsen führende Schleimhaut (*a*). Ob alle die Follikel nach oben mit kuppenförmigen Endtheilen (*b*) die Schleimhaut durchbohrten, vermögen wir nicht mit Bestimmtheit zu sagen. Unsere Präparate lassen wenigstens an gar manchen Follikeln davon nichts erkennen, so dass wir glauben, es bleibt hier, ähnlich wie bei den von uns früher geschilderten[1]) follikulären Anhäufungen im Colon

1) S. diese Zeitschrift, Bd. XII, S. 345.

des Kalbes, ein Theil jener unter der eigentlichen Schleimhaut. Die Lymphwege sind hier wiederum eigenthümlich, zum Theil zusammenfallend mit den ziemlich weit von einander entfernt stehenden Follikeln.

Schon früher hatten wir nämlich die plumpen kolbigen Lymphgefässanfänge aus dem Colon dieses Thieres geschildert[1]. Dieselben kommen auch im Coecum über den *Peyer*'schen Haufen vor (*e*). An der Schleimhautunterfläche angelangt, bilden sie ein horizontales Netzwerk (*f*) im Allgemeinen recht weiter Bahn (0,0333, 0,02—0,01‴). Aus diesem steigen ähnlich weite Röhren netzförmig verbunden durch die weiten Zwischenräume zwischen den Follikeln herab (*g*), um unter diesen zu einem zweiten horizontalen Netzwerk dicker Stämme sich zu verbinden.

Die der Follikelperipherie zunächst liegenden herabsteigenden Röhren bilden, ein unvollkommenes kugliges Netzwerk herstellend, abermals den modificirten Umhüllungsraum des Follikels.

Sonach hätten wir hier ein drittes mittleres Structurverhältniss kennen gelernt, zwischen dem einfachen Umhüllungsraum des Kaninchens und dem so complicirten engen umhüllenden Netzgerüste, wie es die Coecalschleimhaut der Katze dargeboten hatte.

Wir gehen nun über zu den *Peyer*'schen Drüsen grösserer Säugethiere und besprechen zunächst die grossen und zahlreichen Plaques, welche in den dünnen Därmen des Kalbes vorkommen.

Ueber diese hat bereits *His* ausführliche Mittheilungen gemacht, welche wir detaillirt früher wiedergegeben haben. Im Allgemeinen sind auch wir für die Follikel, was Lage, Form, Verbindungen betrifft, ebenso die feinere Structur, zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt, nicht so jedoch in Betreff der Lymphwege. Jener Beobachter hat offenbar nur dürftige Injectionspräparate zu seiner Verfügung gehabt und so keine genügende Vorstellung von dem grossen Reichthum lymphatischer Bahnen gewonnen.

Die Follikel der *Peyer*'schen Haufen beim Kalb verhalten sich an den einzelnen Stellen der dünnen Därme nach dem, was wir fanden, recht verschieden. Hoch oben in den Dünndärmen in der relativ einfachsten Form und vom geringsten Ausmaass (Fig. 16) nehmen sie nach abwärts durch das Ileum an Grösse und Complication zu, um in den Endtheilen dieses Darmstückes ihre grösste Ausbildung zu gewinnen (Fig. 17).

Wir können auch hier an jedem Follikel die drei schon so vielfach besprochenen Partieen unterscheiden, nämlich die Kuppe, die mittlere Verbindungspartie und den Grundtheil. Zwischen diesen letzten untersten Theilen entwickelt sich aber hier ein ausgebildetes System fibröser Scheidewände, das uns bei kleinen Säugethieren nicht vorgekommen ist und allerdings mit den Septensystemen der Lymphdrüsen verglichen werden muss. — Merkwürdig verhalten sich für dreierlei Organe, die

1) S. diese Zeitschrift, Bd. XII, S. 345.

Milz, die Lymphdrüsen und die *Peyer*'schen Haufen bei derselben Thierspecies die Septensysteme gleich, so dass sie bald wenig oder auch gar nicht entwickelt oder sehr ausgebildet getroffen werden.

An hoch oben gelegenen *Peyer*'schen Haufen (Fig. 16) fanden wir häufig die Grundtheile (*d*) in länglich runder Form 0,02 — 0,02666‴ hoch, 0,01333 — 0,02‴ breit. Die verbindende follikuläre Substanz (*c*) in einer Höhe von 0,00667 — 0,01667‴ zog sich nach unten regelmässig in die warzenförmigen Vorsprünge aus, welche wir vielfach bei andern Thieren schon besprochen haben. Aber die nach abwärts stehende Warzenspitze (*e*) geht fast allgemein, ihren lymphoiden Charakter verlierend, in einen fibrösen Strang aus, welcher senkrecht zwischen je zwei Follikeln herabsteigt und an der Unterfläche der Follikel angekommen mit dem submucösen Bindegewebe verschmilzt, welches den Grundtheil des Umhüllungsraumes bildet (*f*). Man kann also somit sagen, dass der bei kleineren Säugethieren je zwei Follikeln gemeinschaftlich zukommende Umhüllungsraum durch die fibröse Scheidewand in zwei specielle Räume zerlegt ist. Ueber der gemeinschaftlichen follikulären Substanz erhebt sich der Kuppentheil des Follikels (*b*) in ansehnlicher Mächtigkeit 0,016 — 0,02‴ hoch, auf der Höhe nicht selten in eine kleine Spitze ausgezogen. Die ganze Oberfläche des Kuppentheiles springt wiederum frei in die Darmhöhle ein und ist nur von Cylinderepithelium bedeckt; die angrenzenden Darmzotten, bald in alter Höhe, bald kleiner, kürzer, unregelmässiger geformt (*a*), stellen in kreisförmiger Gruppirung die Vaginula her.

Steigen wir tiefer im Dünndarm hinunter, so bleibt das Verhältniss der Kuppe im Allgemeinen ein ähnliches; nur wird sie unverkennbar höher und schmäler. Die verbindende follikuläre Substanz springt nach unten hier und da in dünnere spitzere Kegel am senkrechten Durchschnitt aus. Die von ihr abtretenden Stränge compliciren sich stärker und stärker; ein Theil derselben, den follikulären Charakter mehr oder weniger beibehaltend, senkt sich nach kürzerem oder längerem Verlauf in einen benachbarten Follikelgrundtheil ein. Die Mehrzahl der Fortsätze jedoch verwandelt sich in fibröse Scheidewände, die gegen die Submucosa angekommen oft starke, rasch aufeinanderfolgende Theilungen erfahren, wobei ein Theil der Seitenstränge in dem Follikelgrund sich einsenken kann oder auch wohl Verbindungen mit anderen Strängen erfährt, die vom Follikelgrund kommend, die basale Partie des Umhüllungsraumes durchsetzen. Der Grundtheil des Follikels endlich nimmt an derartigen Plaques unter geringerem Quermesser an Länge bedeutend zu. Indessen verliert sich hier die frühere Regelmässigkeit, so dass neben unteren Follikelpartieen, die ⅓‴ messen, andere auftreten, welche mehr als ½‴ in der Längsrichtung darbieten. Die Zotten zwischen derartigen Follikeln sind unverkennbar kürzer.

Ganz unten im Ileum erscheinen mächtig hohe Plaques. Untersucht

man diese an Verticalschnitten (Fig. 17), so fallen die bedeutend verkleinerten Zotten (*a*) zwischen den verschmälerten Follikelkuppen (*b*) auf. Die mittlere Partie des Follikels (*c*) ist dieselbe geblieben; nur sind die warzenförmigen Einsprünge des follikulären Gewebes schlanker und namentlich unregelmässiger. Ebenso wird das System der Scheidewände (*e*) schwächer.

In merkwürdiger Weise aber ist der untere Theil des Follikels verändert (*d*). Verschwunden ist die alte rundliche Form. Eine lange schmale Gestalt, $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}'''$ lang mit $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{8}'''$ Quermesser tritt uns entgegen, ohngefähr so wie manche Formen kurzer und weiter Schlauchdrüsen zu erscheinen pflegen.

Wir bemerken endlich, dass an allen *Peyer*'schen Haufen des Kalbes die mittlere follikuläre Schicht die benachbarten Follikel verbindet und nach oben ohne Grenze in das Schleimhautgewebe zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen sich fortsetzt.

Die Lage der Muscularis mucosae endlich ist unserer Ansicht nach für die grossen *Peyer*'schen Haufen des Kalbes von *His* unrichtig angegeben worden. Wir stimmen hier mit den früheren Mittheilungen *Kölliker*'s überein, indem das betreffende Stratum dicht unter den Schlauchdrüsen und somit in der Höhe der follikulären Verbindungssubstanz uns entgegentrat (Fig. 17 *k*).

Was endlich die Lymphwege betrifft (Fig. 16 und 17), so können wir uns hier kurz fassen. Durch die Submucosa (*f*) laufende enge Bahnen (*i*) senken sich in den Umhüllungsraum der unteren Follikelpartie ein (*h*); dieser ist im Allgemeinen eng, namentlich da, wo die untere Follikelpartie ihre grösseste Breite erreicht.

Verfertigt man sich an dieser Stelle einen Querschnitt, so sieht man die kreisförmigen Follikel durch einen schmalen Zwischenraum getrennt von dem Netzwerk fibröser Scheidewände und jenen Raum mit der Injectionsmasse erfüllt.

Kehren wir zum Verticalschnitt zurück, so finden wir am oberen Ende der Umhüllungsräume ein recht entwickeltes Netzwerk sehr zahlreicher enger Lymphbahnen seinen Ursprung nehmen, welches die follikuläre Verbindungsschicht senkrecht aufsteigend durchsetzt (Fig. 16 und 17 *g*, *g*).

Ein Querschnitt aus dieser Höhe genommen giebt uns ein ähnliches Bild, wie wir es für den wurmförmigen Fortsatz des Kaninchens kennen gelernt haben. Kreisförmig von der Lymphbahn eingegrenzt, finden wir die einzelnen Follikelhälse, und die benachbarten Ringe hängen durch ein breites, sehr entwickeltes Netzwerk enger Lymphbahnen zusammen.

Wenden wir uns wieder zum Verticalschnitt, so sehen wir am oberen Ende der follikulären Verbindungsschicht die engen Bahnen des Netzwerkes der Lymphwege in die Zwischenräume zwischen *Lieberkühn*'schen Drüsen sich fortsetzen. Auch hier kommen häufige quere Verbindungs-

zweige vor. Aus ihnen endlich unter Zusammentritt benachbarter Bahnen entspringen die etwas weiten Endwege, welche in die Zotten (oder die modificirten zottenähnlichen Fortsätze der Schleimhaut) sich einsenken und in der Axe derselben verlaufend blind endigen, wobei nicht selten eine beträchtliche ampulläre Anschwellung zu bemerken ist (Fig. 16 und 17 *a*, *a*).

Dasjenige, was *His* über Querschnitte aus jenen oberen Schleimhautschichten berichtet hat, können wir nur einfach bestätigen.

Gehen wir nun über zu den *Peyer*'schen Drüsen des Schafs. Hier haben wir die langen, fast bandartigen Plaques untersucht, welche in den unteren Partieen des Ileum vorkommen.

Ueber sie berichtet unser Vorgänger *His*[1]) Folgendes:

Gedrängt liegende Follikel befinden sich ganz in der Schleimhaut, eine Schicht von $^{1}/_{3}$—$^{1}/_{2}$''' Mächtigkeit bildend. Wo die Follikel getrennter liegen und die Schleimhaut selbst dünn ist, treten sie mit ihren kuglig verdickten äusseren Enden in die Submucosa.

In ausgebildeten Plaques springen die einzelnen Follikel mit ihrer inneren Wand frei gegen die Schleimhautoberfläche vor. Sie sind durch kreisförmige Wälle zottentragenden Zwischengewebes getrennt. Zwischen den oberen Theil der Follikel einer Plaque schiebt sich die drüsentragende Schleimhaut in Form von mehr oder minder breiten Brücken ein. Unterhalb der die Follikel umgebenden Kreisfurche verlöthet sich die Substanz dieser Zwischenbrücken mit derjenigen der mittleren Follikelzonen. Nach abwärts wird die Verbindung wiederum in grösserer oder geringerer Ausdehnung durch die spaltförmigen Schleimhautsinus unterbrochen. Die interfollikulären Substanzbrücken selbst zeigen sich stellenweise von Spalten zerklüftet, welche zuweilen bis in die Zotten hinein verfolgt werden können. Die *Lieberkühn*'schen Drüsen gehen zwischen den Follikeln nur bis etwa zur halben Tiefe der Schleimhaut herab.

Querschnitte unterhalb der Zottenbasis gewonnen, zeigen beim Schafe rundliche ($^{1}/_{6}$—$^{1}/_{4}$''' im Durchmesser betragende) Lückenräume, aus denen die Follikel theilweise herausgefallen sind, theilweise aber auch durch Substanzbrücken festgehalten werden. Die Substanz zwischen den Lücken zeigt in zwei bis vierfacher Reihe die Querschnitte der Drüsenschläuche. Weiterhin wird letztere aber von längeren oder kürzeren Spalträumen durchsetzt, welche im Allgemeinen, doch nicht ausschliesslich, einen ähnlichen Verlauf befolgen wie die interfollikulären Substanzbrücken. Es können in einer Brücke ein längerer, bald aber auch zwei parallel neben einander verlaufende derartige Sinus vorkommen; man trifft aber endlich auch eine ganze Anzahl derselben scheinbar regellos zerstreut. Etwas tiefer ist die ganze Schleimhaut durch langgestreckte, meist etwas gekrümmt verlaufende Spalten in eine grosse Zahl rund-

1) a. a. O. S. 14.

licher oder polygonaler Felder abgetheilt, welche ihrerseits durch längere oder kürzere Substanzbrücken mit einander zusammenhängen und die Chylusbahnen sind. In der Mitte des Feldes erscheint der Follikel, während die peripherischen Theile jenes von drüsentragender Substanz eingenommen sind. Die einzelnen Follikel hängen dabei mit dem übrigen Schleimhautgewebe durch von ihrer ganzen Peripherie abtretende Verbindungsbrücken von drüsentragender Substanz zusammen. Letztere besitzt den gleichen Bau wie das in seinen Knotenpunkten kernlose Netzgewebe des Follikels selbst. Auch hier will sich *His* an Pinselpräparaten von dem schlingenförmigen Umbiegen der Follikelcapillaren vor Erreichung des Centrums überzeugt haben, ebenso davon, dass die Formation des Netzgewebes nach innen zu lockerer werde und schliesslich ganz aufhöre. Die Form der Maschen ist in den interfollikulären Substanzbrücken und in der Peripherie der Follikel eine mehr langgestreckte, gegen das Centrum hin mehr rundliche.

Ein Flächenschnitt, unterhalb der blinden Enden der Schlauchdrüsen gewonnen, zeigte *His* zwischen den Follikeln breitere Brücken eines Gewebes, welches viele Durchschnitte stärkerer Blutgefässe erkennen liess. Von diesen interfollikulären Brücken waren die Follikel meistens im grösseren Theile ihres Umfanges durch eine kreisförmige Spalte, den Schleimhautsinus, getrennt, im übrigen Theile aber mit jenem Gewebe ohne Grenze verschmolzen, so dass man sagen kann, es legen sich die interfollikulären Substanzbrücken bald an dem einen, bald an den andern Follikel an, um mit ihm innig zu verlöthen. Das Netzgerüste ist auch hier wie im Follikel selbst beschaffen.

So konnte *His* wie beim Kaninchen die drei Follikelpartieen darthun; die obere Zone blieb entweder frei oder war durch gefässtragende Substanzbrücken mit dem benachbarten drüsentragenden Schleimhautgewebe verbunden. Vorwiegend zu dieser Verbindung aber dient die Mittelzone. Die fibrösen Scheidewände zwischen den Follikeln, wie sie das Kalb besitzt, fehlen hier und sind durch keilförmige Verlängerungen des Schleimhautgewebes, welches den adenoiden Charakter trägt, ersetzt.

Unsere eigenen Untersuchungen ergaben Folgendes:

Verfertigt man sich einen Verticalschnitt durch einen jener langen Plaques, wie sie im Ileum des Schafes so zahlreich vorkommen, so bemerkt man die Kuppen der *Peyer*'schen Follikel, von netzförmigen Schleimhautwällen, welche auf ihrer Höhe entweder gewöhnliche oder modificirte Zotten tragen, eingegrenzt. Die Breite dieser Wälle kann über $^1/_2$''' betragen, aber auch nur $^1/_3$ und $^1/_4$''' messen. Der Eingang zur Follikelkuppe ist im Uebrigen ein weiter, und die ganze Grube wenig tief, so dass die Spitze des Follikels nur $^1/_8$—$^1/_6$''' ohngefähr unter der Schleimhautoberfläche liegt. In den Schleimhautwällen finden wir die Schlauchdrüsen wieder, welche, wie *His* richtig angiebt, zwischen den Follikeln

nur durch die halbe Dicke der Mucosa herabragen. Nach unten geht der Schleimhautwall im Allgemeinen keilförmig aus; jedoch in sehr verschiedener Breite. Stehen die Follikel nämlich getrennt, so kann der Wall in seinem untersten Theil nur 0,06667''' an Breite messen, während er an andern Stellen die doppelte und dreifache Dicke zeigt.

Was die Follikel selbst betrifft, so sind dieselben ungewöhnlich niedrig und breit und in der Regel mit ihrer Unterfläche an der Grenze der Schleimhaut ebenfalls ihr Ende nehmend. Länge und Quere verhalten sich ohngefähr gleich und ergeben im Mittel etwa $\frac{1}{3}$—$\frac{2}{5}$'''. Die Kuppe erscheint entweder ganz rund oder stark abgeplattet. Die Höhe des ganzen Kuppentheiles beträgt im Mittel 0,10667—0,13333'''. Die verbindende follikuläre Lage ist ebenfalls ansehnlich, $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{10}$''' hoch, so dass der Grundtheil des Follikels sehr unbedeutend ausfällt und nur als ganz schwach gewölbte unterste Follikelpartie erscheint. Umhüllungsräume sind dem entsprechend nur in sehr geringer Entwickelung und Ausdehnung unterhalb der Follikel zu erkennen, ohne an den Seitentheilen jener irgend wie in die Höhe zu steigen. Man wird an die einfachen Plaques aus dem Ileum des Kaninchens erinnert; und auch beim Schaf stehen somit die Follikel einer Plaque in ausgedehntester Verbindung miteinander. Auffallend eng sind die umhüllenden Räume, wenn man sich der so weiten submucösen Chyluswege des Schafes erinnert; wir fanden jene 0,01423, 0,01225—0,01, und weniger betragend. Auch die in den Schleimhautwällen aufsteigenden Lymphbahnen messen zum kleinsten Theile 0,025 und 0,02, viel häufiger nur 0,0125 bis herab zu 0,01'''. Soviel erkennt man schon ohne Injection.

Wie sehr indessen bei einem und demselben Thiere die Formen der Follikel und die ganze Anordnung der Plaques sich zu ändern vermögen, lehrte uns eine Beobachtung. Bei einem andern Schaf fanden sich tief abwärts im Ileum ziemlich zerstreute, höher über die Schleimhautfläche vorspringende *Peyer*'sche Haufen. Sie waren theils durch zottentragende Schleimhautwälle eingefriedigt, theils durch solche, an denen nur leichte Wölbungen der Oberfläche erschienen. Die Follikel hatten hier eine mittlere Länge von $\frac{2}{3}$''' und eine Breite von nur etwa $\frac{1}{5}$'''. So war die Form also ganz anders geworden und eine hohe spitz endigende Kuppe mit einem stark entwickelten kugligen Grundtheil trat überall hervor. Letzterer war von denjenigen der Nachbarschaft scharf getrennt und von heraufsteigendem Umhüllungsraume umzogen.

Auf eine Schilderung desjenigen, was in verschiedenen Höhen gewonnene Flächenschnitte lehren, können wir hier verzichten, da unsere Beobachtungen im Wesentlichen mit den Angaben von *His* übereinstimmen. Nur soviel möge noch hier erwähnt sein, dass wir das Balkengerüste des Follikels durch dessen ganze Dicke hindurchtretend gesehen haben; allerdings gegen die Centraltheile hin weitmaschiger. In manchen Knotenpunkten zeigten sich wenigstens bei den von uns benutzten

Exemplaren deutliche Kerne. Nach der Peripherie hin wurde das Balkengerüste auch hier ein gedrängteres. Die Begrenzung der Follikelkuppe sahen wir deutlich netzförmig, aber die Maschenweiten betrugen im Mittel nur etwa 0,0025—0,004‴ [1]. Dass die Lymphwege in dem follikulären Gewebe von netzförmig durchbrochenem und in der übrigen Mucosa von membranförmigem Bindegewebe eingefriedigt werden, ist eigentlich überflüssig zu bemerken.

Verfertigt man sich durch einen wohlinjicirten Drüsenhaufen des Schafes einen Verticalschnitt, so treten die Lymphbahnen der Zotten oder zottenähnlichen Ausläufer, bald jedem Vorsprunge zahlreich zukommend, bald aber auch nur einfach in einem solchen Fortsatz enthalten, unter wechselndem Quermesser uns entgegen. Mitunter erscheinen sehr weite Bahnen bis zu 0,025 ja 0,033‴; andere sind viel feiner, nur 0,01667 bis herab zu 0,01‴ ergebend. Beim Herabsteigen zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen, welche, wie wir wissen, in den die Follikel eingrenzenden Schleimhautwällen gelegen sind, verbinden sich die Lymphbahnen durch horizontale Querwege, so dass ein, jedoch sehr unregelmässiges Netzwerk entsteht, welches bis zur Unterfläche der follikulären Verbindungsschicht herabreicht. Auch hier sind die Querdimensionen der Lymphbahnen an Injectionspräparaten recht variabel erscheinend; so dass neben weiteren von 0,025‴ andere vorkommen, welche kaum die Hälfte an Weite besitzen. Von der Unterfläche der follikulären Verbindungsschicht erfolgt denn auch hier der Uebertritt der Lymphe in die Umhüllungsräume. Diese sind, auch wenn sie hoch an den Follikelseiten heraufragen, eng und schmal, von 0,01—0,01667‴ im Mittel. Mit Injectionsmasse erfüllt, erkennt man, wie sie den Follikelgrund keineswegs immer im continuirlichen Verlaufe umziehen, sondern häufig unterbrochen sind, mitunter fast netzartig erscheinen. *Teichmann* hat offenbar dieses Verhältniss auf Taf. XI, Fig. 3 gezeichnet, nur dass es überall da, wo wir wandungslose Bahnen gefunden, Lymphgefässe mit besonderer Wand darstellt. Sind die Follikel dicht an einander gedrängt gelegen, so scheint ziemlich Alles von den Lymphbahnen der follikulären Verbindungsschicht in die umhüllenden Räume einzumünden. Zeigen sich aber die Zwischenräume zwischen den Follikeln grösser, so führt nur ein Theil der Lymphbahnen in den umhüllenden Raum, während die andern in der zur Submucosa ziehenden Scheidewand herabsteigen, wobei sie die alte Form eines vertical gestreckten unregelmässigen Netzwerkes einhalten. So breite Zwischenräume, wie sie übrigens *Teich*-

1) Die Abbildung des Verticalschnittes, welche *Teichmann* a. a. O. Tab. XI. Fig. 3 giebt, ist im Allgemeinen gut. Die Form der Follikel ist getreu gegeben, nur erfolgt der Uebergang des Kuppentheiles in den Schleimhautwall zu früh. Die Wälle sind ansehnlich breit und nach unten wenig verengt, so dass die Follikel weiter getrennt erscheinen, als es die Regel bildet. Die Lymphbahnen der Mucosa sind sehr reichlich erfüllt und darum sehr stark dilatirt.

mann in der vorher erwähnten Figur zeichnet, dürften nur Ausnahmen bilden.

Aus den umhüllenden Räumen gelangt die Lymphe schliesslich in das submucöse Bindegewebe oder, richtiger gesagt, in das so mächtige, fast diese ganze Lage erfüllende Canalwerk.

Horizontalschnitte durch eine Plaque gewonnen, zeigen die entsprechenden, schon so oft geschilderten Bilder. Sind die Wälle etwas unterhalb ihrer Oberfläche durchschnitten, so treten uns in Gestalt zierlicher Ringnetze die Lymphbahnen entgegen, natürlich mit einer grossen Anzahl quer getroffener Lymphwege. Ist der Schnitt tiefer gefallen, etwa dicht bei den blindsackigen Enden der Schlauchdrüsen, so bemerkt man gewöhnlich einfache Lymphbahnen die Follikelbezirke kreisförmig umziehen. Noch tiefere Schnitte ergeben die Flächenansicht der Umhüllungsräume.

Wir haben dann ein paar Beobachtungen bei dem Schwein angestellt. Hier hat *His*[1]) vor uns im Allgemeinen eine ähnliche Anordnung wie beim Schafe gefunden. Die Follikelkuppen aber zogen sich nach oben conisch aus und der untere Theil des Follikels ragte in die Submucosa. Die mittlere Zone bot nichts Auffallendes dar. Die Sinus fand er sparsamer als beim Schafe. Ausgezeichnet war dagegen die Muscularis mucosae, sehr dick und theils stärkere, theils feinere Faserzüge in die oberflächlichen Schleimhautlagen absendend. Soweit die Follikel in der Muskelschicht liegen, erscheinen sie und die umgebenden Sinus getrennt durch breite Muskelbrücken mit im Allgemeinen kreisförmiger Faseranordnung.

Die senkrechten Schnitte zeigten uns an Plaques aus dem unteren Theile des Ileum das nachfolgende Verhalten: Breite gewölbte, netzartig verbundene Schleimhautfalten stellen ein System von Schleimhautwällen auch hier her. In der Mitte einer Plaque besitzen diese Wälle eine ansehnliche Breite von $^1/_3$, $^2/_5$, ja $^1/_2$ — $^2/_3$''' und mehr. Sie sind hier auf ihrer Oberfläche von kleinen, 0,0833 — 0,0667''' messenden zottenähnlichen Vorsprüngen nicht selten bedeckt, welche nach unten netzartig zusammenfliessen. In anderen Fällen ist die Oberfläche des Walles nur mit zahlreichen kleinen wellenförmigen Erhebungen und Vertiefungen bedeckt, und von Zotten keine Rede. Nach der Peripherie der Plaque hin, wo die Follikel an Höhe abnehmen, erscheinen sehr gewöhnlich auf der Wallhöhe zahlreiche entwickelte Darmzotten. Nach abwärts ziehen sich auch hier die Schleimhautwälle mehr keilförmig aus, bald mit geringerer, bald mit stärkerer Verschmälerung, so dass am Verticalschnitt die Wälle $^1/_8$ — $^1/_{10}$''' Dicke erkennen lassen. Die Eingänge zu den Follikelkuppen fallen bald enger, bald weiter aus, ebenso die Tiefe der ganzen Grube; doch wird man dieselbe im Mittel ohngefähr zur halben Schleimhauthöhe annehmen dürfen.

Was die Follikel selbst betrifft, so stehen dieselben an vielen Orten

1) a. a. O. S. 47.

dicht gedrängt; nur etwa 0,06667‴ entfernt, an andern Orten dagegen durch die doppelten und dreifachen Abstände, ja selbst durch noch grössere Zwischenräume getrennt. Wir unterscheiden auch hier am Follikel die drei üblichen Theile: Kuppe, Mittelpartie und Grundtheil. Der ganze Follikel ist höher als breit. Die letztere Dimension kann im Mittel zu 0,33 — 0,426‴ angenommen werden, die Höhe von 0,533 — 0,6‴. Die Kuppe springt, wie *His* angegeben hat, mit stark kegelförmiger Zuspitzung in die Schleimhautgrube vor und ergiebt eine Länge von 0,133 — 0,227‴. Die follikuläre Verbindungsschicht dürfte gewöhnlich eine Mächtigkeit von 0,133 — 0,093‴ besitzen, und der Grundtheil des Follikels eine Höhe von etwa $^1/_3$ bis gegen $^1/_4$‴ [1]).

Der Follikelgrundtheil liegt in der Submucosa; hierüber kann unsrer Meinung nach kein Zweifel sein. Man bemerkt nämlich mit Deutlichkeit die Muskelschicht der Schleimhaut als eine 0,04 — 0,0267‴ hohe Lage, ohngefähr $^1/_3$ — $^1/_4$ unter der Schleimhautoberfläche durch den Drüsenhaufen horizontal ziehend. Hier enden denn auch die *Lieberkühn*'schen Schlauchdrüsen, deren Mündungen auf der Höhe der Schleimhautwälle, ebenso noch über einen Theil ihrer Seitenwandungen zu erkennen sind. Indem die Follikel mit ihren oberen Theilen über die Region der Muscularis mucosae sich erheben, müssen sie diese durchbrechen. Man erkennt auch mit Deutlichkeit, wie ihre Faserbündel den die Muskellage passirenden Follikeltheil kreisförmig umziehen.

Von der Muscularis mucosae steigen einmal Faserzüge nach oben, zwischen den Schlauchdrüsen empor, andere halten den entgegengesetzten Verlauf nach abwärts ein. Wie weit sie bindegewebiger, wie weit sie muskulöser Natur in dieser absteigenden Richtung sind, wollen wir dahingestellt sein lassen. So viel steht jedoch fest, dass sie keineswegs für sich allein, sondern stets gemischt mit bald geringerer, bald grösserer Menge lymphzellenhaltenden Netzgewebes die Scheidewände zwischen den Follikeln bilden. Man erkennt mit grosser Deutlichkeit, wie dieses Gewebe zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen in den breiten Wallpartieen beginnt und von da an nach abwärts steigt.

Ein eigenthümliches Verhalten ist uns übrigens an den *Peyer*'schen Plaques des Schweines häufig vorgekommen. In breiteren Schleimhautwällen erscheinen gar nicht selten kleine, ohngefähr $^1/_5$ — $^1/_4$‴ messende Follikel, welche keine nachweisbare Verbindung mit den tiefer gelegenen typischen eingehen, ebenso, wenn wir recht gesehen haben, nicht in Schleimhautgruben sich eindrängen, sondern in der Mucosa selbst verbleiben. Dass sie dagegen mit dem lymphoiden Netzgewebe in continuirlicher Verbindung stehen, welches in die follikuläre Verbindungsschicht der gewöhnlichen Follikel übergeht, unterliegt keinem Zweifel.

1) Die für den Follikel im Texte angegebenen Dimensionen gelten jedoch nur für die Mittelpartie einer Plaque; nach den Rändern des Drüsenhaufens gestaltet sich auch hier Manches abweichend.

Noch in gar manchem Anderen kann die Structur einer Plaque sich ändern; so fiel uns mitunter ein auffallender Bau der follikulären Verbindungsschicht auf. Dieselbe setzte sich in starken Zügen tief durch das submucöse Gewebe gegen die Muskelhaut hin nach abwärts fort. Ebenso bemerkte man unterhalb breiter Schleimhautwälle jene Schicht bis zum Grund benachbarter Follikel nach unten gehend und hier abgerundet einen Follikelgrund nachahmend, der vom umhüllenden Raum eingefriedigt wurde. Natürlich liess sich mit dem gleichen Rechte hierin ein Follikel sehen, der nach oben durchaus in die follikuläre verbindende Lage auslief.

In einem andern Falle trafen wir die follikuläre Verbindungssubstanz in einem grossen Schleimhautwall hoch emporgedrungen, so dass sie nur $^1/_8$ von der Schleimhautoberfläche entfernt blieb. Man erkannte über ihr deutlich die in schiefer Stellung gedrängten Schlauchdrüsen und die etwas verdünnte Muscularis mucosae. In der follikulären Substanz aber lagen zwei jener getrennten Follikel, einer von rundlicher Gestalt, ein anderer nach abwärts in einen langen schwanzähnlichen Ausläufer ausgezogen. In einem dieser Plaques des Schweines fiel uns noch ein sonderbares Verhalten des Follikelgrundes auf; derselbe zeigte nämlich constant eine innere concentrische Linie, und erschien somit genau unter dem Bilde, welches die *Malpighi*'schen Körperchen der Milz bei Nagethieren darbieten.

Die Flächenschnitte aus verschiedenen Höhen der Schleimhaut gewonnen, geben die correspondirenden Ansichten. Der Horizontalschnitt der Walloberfläche bietet die Netze der Schleimhautfältchen dar, und in den Gruben die Mündungen der Schlauchdrüsen. Schon hier ist das Schleimhautgewebe recht reich an Lymphkörperchen. Ein etwas tiefer geführter Schnitt zeigt in den Wällen einzelne Faserzüge muskulöser Natur und in den von den Wällen eingegrenzten Lückenräumen, die mit Cylinderepithelium bedeckte Follikelkuppe. Schnitte aus der Region der follikulären Verbindungsschicht gewonnen ergeben im Allgemeinen ein ähnliches Bild, wie es *His* für das Kalb geschildert hat; jedoch bieten die den eigentlichen Follikel umkreisenden Faserzüge eine eigenthümliche Modification dar. Weiter nach abwärts, in der Region des Follikelgrundes, erkennen wir schmale Umhüllungsräume um die Follikel und eine bald feinere, bald dickere netzförmige Septenbildung. Letztere besteht theils aus follikulärem Gewebe, theils aus den mehrfach erwähnten Faserzügen.

Das Fasergerüste des Follikels selbst zeichnet sich durch die Breite und Stärke seiner Netzfasern aus.

Diese bilden gegen die Peripherie hin ein sehr engmaschiges Netzwerk, nach den centralen Theilen zu ein mehr und mehr weitmaschiges. Kerne in den Knotenpunkten sahen wir häufig.

Wie an den *Malpighi*'schen Körperchen der Milz fanden wir auch für

den Grundtheil des Follikels die innere concentrische Linie, durch eine engmaschigere Netzfaserlage hergestellt.

Da unsere Lymphinjectionen sehr unvollkommen geriethen, verzichten wir auf jede Schilderung der Lymphwege beim Schwein.

Dagegen gelang es, im Ileum des **Hundes** vortreffliche Injectionen der *Peyer*'schen Drüsen zu erhalten.

Die Follikel ragten mit ihren rundlichen, 0,2—0,25''' messenden Grundtheilen in das submucöse Gewebe, zeigten dann eine ansehnliche, die starke Muscularis mucosae durchdringende, 0,05''' hohe follikuläre Verbindungssubstanz und besassen ziemlich schlanke zugespitzte Kuppen von 0,125, 0,143—0,2''' Höhe. Die die letzteren einfriedigenden Schleimhautwälle trugen stark abgerundete, 0,25''' hohe und 0,05''' breite Darmzotten in gedrängter Stellung.

Die Injection zeigte 0,025—0,05''' starke klappenführende Lymphgefässe das submucöse Bindegewebe durchsetzend und an dem Follikelgrund angekommen ein ähnliches, aber weiteres und complicirteres Röhrenwerk bildend, wie wir es oben von der Katze geschildert haben. Die folliculäre Verbindungssubstanz durchsetzten ebenfalls zahlreiche netzartig verbundene Gänge, welche dann zwischen den Schlauchdrüsen senkrecht aufstiegen. Dicht unter der Schleimhautoberfläche gingen sie in ein ansehnliches horizontal laufendes Netzwerk 0,02—0,025''' weiter Gänge über und aus diesem endlich entsprangen die Chyluscanäle der Darmzotten, sehr breite, bis zu 0,033 und 0,04''' messende Gänge.

Ueber den Bau und die Lymphbahnen der *Peyer*'schen Drüsen des **Menschen** und der **Vögel** hoffen wir an einem anderen Orte berichten zu können.

Zürich, Ende October 1862.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel III und IV.

(Die meisten Zeichnungen sind mit dem Linsensysteme 2 und der Chambre claire des *Hartnack*'schen Mikroskop's gezeichnet; diejenigen der Tafel III. betreffen sämmtlich den Processus vermiformis des Kaninchens).

Fig. 1. Der wurmförmige Fortsatz des Kaninchens im Verticalschnitt. *a* Eingang zu den Gruben der Schleimhaut; bei *b* ein zweiter; *c* Follikelkuppe; bei *d* eine zweite durchschimmernd; *e* das oberflächliche Lymphnetz; *f* der tiefere Theil desselben; *g* und *i* die weiter absteigenden senkrechten Röhren; *h* Uebergangsstelle der Follikelkuppe in den mittleren Verbindungstheil; *k* der letztere selbst; *l* Netz der Lymphbahnen dieser Stelle; *m* Lymphwege, welche den warzenförmigen Vorsprung durchsetzen; *n* Follikelgrundtheile mit den Umhüllungsräumen; *o* unterer Theil der letzteren; *p* und *q* Lymphbahnen des submucösen Gewebes. — Die verschiedenen Höhen sind rechts mit Zahlen bezeichnet.

Fig. 2. *A*. Querschnitt durch den oberen Theil der verbindenden Follikelpartie; *a* Netzgewebe; *b* Lymphzellen; *c* Drüsenquerschnitte; *d* Lymphräume; *e* Furche am Grund der Follikelkuppe, mit Epithelium bekleidet. — *B*. Ein

etwas tieferer Querschnitt; *a* Zellennetz; *b* Lymphkörperchen; *c* Lymphbahnen.

Fig. 3. Ein die zur Follikelkuppe führende Grube begrenzender Schleimhautwall. *a* oberste Schicht, mit horizontalen Kernen; *b* Lymphbahnen; *c* Schlauchdrüsen; *d* ein bindegewebiger Gang, wohl eine Lymphbahn darstellend; *e* unterer stielförmiger Theil des Schleimhautwalles (100 fache Vergrösserung).

Fig. 4. Die Schleimhautoberfläche mit den Lymphbahnen. *a* Eingänge zu den Gruben; *b* Schleimhautwälle mit den Schlauchdrüsen; *c* die Lymphwege; *d* absteigende Gänge derselben.

Fig. 5. Horizontalschnitt durch den oberen Theil der keilförmig verengten Schleimhautwälle. *a* Die Wälle mit den Lymphbahnen; *b* die Follikelkuppen.

Fig. 6. Ein etwas tieferer Horizontalschnitt. *a* Wälle; *b* Follikel.

Fig. 7. Ein noch tieferer Horizontalschnitt, durch die verbindende follikuläre Substanz. *a* Follikel; *b* Verbindungssubstanz; *c* Lymphwege.

Fig. 8. Horizontalschnitt durch den Follikelgrund. *a* Follikel; *b* Umhüllungsräume.

Fig. 9. Verticalschnitt durch einen einfachen *Peyer*'schen Drüsenhaufen des Ileum vom Kaninchen. *a* Darmzotten mit den Blutgefässen; *b* modificirte Darmzotten zwischen den Follikeln; *c* Follikelkuppe; *d* verbindende Schicht; *e* Follikelgrund; *f* Submucosa; *g* Muskelhaut; *h* längslaufende Chylusbahnen des submucösen Gewebes; *i* Querschnitte derselben; *k* Chylusgefässe der Darmzotten; *l* Chylusgefässe der modificirten Darmzotten; *m* Chylusnetze der Schleimhaut; *n* Umhüllungsräume um den Follikelgrund; *o* Einmündung der Chylusbahn der Schleimhaut in die submucösen Canäle.

Fig. 10. Querschnitte durch die injicirten Follikel derselben Localität. *a* Capillarnetz dieser selbst; *b* der zwischenliegenden Schleimhaut.

Fig. 11. Verticalansicht. *a* Follikel; *b* stärkere Blutgefässe; *c* Capillarnetze der Darmzotten.

Fig. 12. Horizontalschnitt durch die Follikel des Blinddarmes der Katze. *a* Follikel; *b* die modificirten Umhüllungsräume.

Fig. 13. Verticalschnitt derselben Stelle, mit zottenfreier Oberfläche. *a* Schleimhaut mit den Schlauchdrüsen; *b* Follikelkuppe; *c* verbindende follikuläre Substanz; *d* Follikelgrund; *e* Muscularis mucosae; *f* das aus der Schleimhaut aufsteigende Lymphnetz; *g* Seitentheile des Umhüllungsraumes, *h* Grundtheil; *i* Lymphgefäss der Submucosa.

Fig. 14. Verticalschnitt durch den Eingangstheil des Blinddarmes mit zottenführender Oberfläche. *a* Zotten mit den Chylusgefässen, *b, c, d, e* wie bei Fig. 13; *f* bindegewebige Scheidewand zwischen den Follikeln; *h* Umhüllungsraum; *i* Lymphgefäss der Submucosa.

Fig. 15. Verticalschnitt durch *Peyer*'sche Follikel des Coecum vom Meerschweinchen. *a* Schleimhaut mit den Drüsen; *b* Follikelkuppe, *c* Mitte, *d* Grund; *e* Lymphwege der Schleimhaut; *f* horizontale Lymphwege der Schleimhautunterfläche; *g* Lymphbahnen um die Follikel; *h* Blutgefässe.

Fig. 16. Verticalschnitt durch *Peyer*'sche Follikel aus dem oberen Theil des Dünndarmes beim Kalb. *a* Darmzotten mit den Chylusgefässen; *b* Follikelkuppe, *c* verbindende follikuläre Substanz; *d* Follikelgrund; *e* Scheidewände; *f* Submucosa; *g* netzförmige Lymphbahnen der Follikelmitte, *h* des Umhüllungsraumes und *i* der Submucosa; *k* ein Blutgefäss.

Fig. 17. *Peyer*'sche Drüsen aus dem Endtheil des Ileum von demselben Thier. Die Bezeichnung die gleiche wie bei Fig. 16, nur *k* die Muscularis mucosae darstellend.

Untersuchungen über niedere Seethiere aus Cette.

Von

Dr. H. Alex. Pagenstecher
in Heidelberg.

II. Abtheilung.

IX.

Beitrag zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte von Lepas pectinata.

Hierzu Tafel V und VI.

Die eigenthümlichen Organisationsverhältnisse und die seltsame Entwickelungsgeschichte der Cirripedien haben ebensowohl als die Zweifel über die systematische Stellung dieser Krebsthiere die Beschäftigung mit diesem Gegenstande zu einer Lieblingsaufgabe der Zoologen gemacht.

Es stimmen dabei die Resultate der Studien über deren allgemeinen Bau und die Lebenserscheinungen soweit überein, dass durch deren Vereinigung die Zweifel über die Einordnung als vollkommen gelöst erachtet werden dürfen und nicht mehr in Frage kommen. In der Entwickelungsgeschichte dürften wohl nur noch kleine Lücken auszufüllen bleiben. In Betreff der speciellern Anatomie besitzen wir eine nicht unbedeutende Anzahl von Mittheilungen. Es liegt jedoch gerade in dem Umstande, dass aus der grösseren Reihe ausgezeichneter Forscher, welche nach einander diesem Gegenstande ihre Kraft gewidmet haben, die Einzelnen nicht unwesentlich in Deutung gewisser Einzelheiten von einander abwichen, ein Grund, warum immer noch nicht bestimmte Resultate überall gleichlautend anerkannt wurden. Je nachdem in unsern Lehrbüchern die Angaben von *Cuvier*, *Thompson*, *Martin St. Ange*, *Wagner*, *Burmeister*, *Coldstream*, *Darwin*, *Bate*, *Hesse* (der ältern Autoren gar nicht zu gedenken) für stichhaltig erachtet worden sind, erhalten wir sehr verschiedene Mittheilungen über den Bau der Cirripedien; und wem würde die Wahl zwischen jenen Autoren nicht schwer werden, wenn er nicht durch eigene Beobachtungen einen Maassstab für die Beurtheilung ihrer Angaben zu bilden im Stande war. Die Kritik hat noch nicht überall scharf genug gesichtet und die Vorzüge der neuern Arbeiten

sind nicht in jedem Punkte einleuchtend genug gewesen, um die ältern Autoren aus dem Felde zu schlagen.

Es ist leicht zu erkennen, dass noch weitere Studien über die Cirripedien gemacht werden müssen, obwohl der allgemeine Rahmen ihrer Verhältnisse und sehr viele Einzelheiten als sicher gestellt betrachtet werden dürfen. Die Unsicherheit in andern Punkten hat ihre Ursache kaum irgendwo darin, dass der Untersuchung unterworfene verschiedene Arten auch abweichende Resultate ergaben, sondern in der Schwierigkeit der Deutung. Für diese ist überhaupt erst seit der Unterbringung der Cirripedien bei den Crustaceen ein gesunder Boden gewonnen und sie kann nun auch durch die schönen Ergebnisse der Untersuchungen an anderen niedern Krebsen fortschreiten.

Das weitaus bedeutendste Werk, welches eben so ausgebreitet als tief eindringend die Naturgeschichte der Cirripedien behandelnd, gewissermaassen die Reihe der anderen Monographieen krönend abschliesst, *Darwin's* Monograph of the Cirripedia, giebt uns zwar sehr vorzügliche Mittheilungen, welchen wir fast überall beistimmen können; dieses Werk hat aber einmal, wohl wegen des Preises, bei uns noch keine hinlängliche Verbreitung gefunden; es ist ferner auch in einigen Theilen umständlicher als es für eine übersichtliche Schilderung der Vorgänge und das leichte Verständniss der Principien wünschenswerth erscheint.

Allem diesem gegenüber dürften die nachfolgenden Mittheilungen, welche aus eigenen Untersuchungen theils Bestätigungen, theils, wie ich hoffe, Erweiterungen und Verbesserungen unserer, gewiss vorzugsweise *Darwin* zu verdankenden Kenntnisse über Bau und Entwickelung der Lepaden bringen, ihre Berechtigung haben.

Die hier behandelte Lepade ist nach *Darwin's* Diagnosen Lepas pectinata, da nicht allein die immer ziemlich veränderlichen äussern Zeichen an Schale, Mundtheilen und Stiel gut stimmen, sondern auch namentlich die Verkümmerung der sogenannten Kiemen (filamentary appendages) so vollkommen ist, dass höchstens eine einzige Andeutung solcher in Form eines ganz unbedeutenden Höckerchens sich jederseits hinter dem ersten Fusspaare vorfindet.

Es begegnete mir von dieser Lepade zuerst am 17. März die unter der Benennung der Cypris-ähnlichen bekannte Jugendform. Die kleinen Thiere sassen an vom sehr bewegten Meer auf den Sand der Plage von Frontignan ausgeworfenen Gegenständen, welche vorher an der Oberfläche des Wassers geschwommen hatten, besonders an Sepienschalen. Sie hielten an diesen vorzüglich die an der unteren Seite am Rande hinziehenden, nach hinten in die Grube der Spitze auslaufenden Rinnen besetzt, Stellen, welche gegen Abspülung mehr geschützt sind, fanden sich auch an Holzstücken und Fischknochen. Am Vorderende angeheftet, lagen sie mit der Bauchseite gegen den fremden Gegenstand an.

Mit diesen Larven erging es mir, wie zuvor auch anderen Forschern, ich glaubte zunächst Krebschen aus der Gruppe der Limnadien vor mir zu haben. Aber noch bevor ich kleine Familien fand, in welchen Lepaden in ausgebildeter Gestalt neben den Larven sassen und leicht jene Täuschung benehmen konnten, entdeckte ich unter den Larven selbst einige, in welchen bereits unter der Decke der alten zweiklappigen Schale und in den Cyclops-artigen Ruderfüssen die fünf neuen Schalenstücke und die vielgliedrigen Rankenfüsse verborgen lagen und die Lepade verriethen. So bot sich die Gelegenheit, die Larvenform selbst, die genauern Verhältnisse der Umwandlung und die Anatomie der erwachsenen Lepas pectinata soweit zu untersuchen, als es an dieser verhältnissmässig kleinen Art gelingen wollte. Jüngere, frei schwimmende Larvenzustände, sowohl solche, welche den Cyclopslarven ähnlich sehen, als die Uebergänge zwischen diesen und den Cyprisgestalten, als endlich diese selbst, so lange sie sich noch nicht zu dauerndem sessilem Leben angeheftet haben, konnten nicht zur Untersuchung gebracht werden. Wegen des anhaltend stürmischen Wetters fand die pelagische Fischerei mit dem feinen Netze überhaupt bei diesem Aufenthalt am Seestrande niemals statt, und ein Ausschlüpfen der jungen Brut aus den unter dem Mantel der alten Thiere bewahrten Eiersäcken kam in der Gefangenschaft nicht vor. Ich glaube in Zukunft die Nachbarschaft der vor Anker liegenden Schiffe, wenn an ihnen Lepaden angesiedelt sind, besonders berücksichtigen zu müssen, um alle Stadien der jungen Brut zu finden.

Aus den für die Kenntniss der Entwickelungsgeschichte zuerst Bahn brechenden und dadurch für die systematische Stellung zugleich endgültig entscheidenden, klassischen Beobachtungen von *Thompson* war ein Irrthum hervorgegangen, der um so übler war, weil man auf ihn eine scharfe Unterscheidung der Lepadiden und Balaniden auch in Betreff der Entwickelungsgeschichte gründen zu können glaubte. *Thompson* hatte zufällig bei den Balaniden diejenige Larvenform beobachtet, welche der letzten metamorphischen Häutung, der Umwandlung in die Gestalt des erwachsenen Thiers zunächst vorausgeht, bei den Lepadiden hingegen diejenige, welche zuerst aus dem Ei entspringt. Diese Larvenformen waren allerdings sehr verschieden, Cypris- und Cyclopslarven-ähnlich, und *Thompson* glaubte die eine und andere Form sei charakteristisch für je eine Familie. Das ergriffen begierig die Lehrbücher und hielten den Satz, dass die Cirripedien eine Cypris- oder Cyclops-ähnliche Jugendform hätten (zuweilen mit Verwechslung der beiden Benennungen und Begriffe) selbst wohl dann noch bei, als aus den späteren Untersuchungen, besonders von *Burmeister* und *Darwin* klar geworden war, dass auch bei den Lepadiden die Cyprisform der letzten Umwandlung vorausgeht und bei den Cirripedien überhaupt die beiden genannten Larventypen nach einander gefunden werden.

Die Umwandlung der Cyclopslarvenform in die Cyprisgestalt kommt

dabei allmählich zu Stande, in einer Reihe von Häutungen und Umwandlungen des Körpers und Umgestaltungen und Vermehrungen der Segmentanhänge. Ueber die Einzelheiten dieser Metamorphose verdanken wir auch *Krohn* noch genauere Mittheilungen[1].

Uebrigens dürfte wohl die Verschiedenheit zwischen der anfänglichen und der endlichen Larvenform weniger gross angeschlagen werden können, als sie nach den gewählten Vergleichsmomenten: Cyclopslarve und Cypris, scheinen möchte. Die sogenannten Cyprisformen haben wenigstens bei der vorliegenden Lepade nichts mit Cypris gemein, als eine in gewisser Beziehung als zweiklappig zu bezeichnende Schale, sie sind im Uebrigen Copepoden-artig und haben sich ganz in der Weise voran entwickelt, wie sich auch andere Copepoden mit gleichen früheren Larvenzuständen zu entwickeln pflegen. Jene Modification der Schale bewegt sich ganz innerhalb der Grenzen, welche wir auch bei Phyllopoden haben. Ich glaube stelbst nach der Erkenntniss, dass in der Entwickelung der Cirripedien Cyclopslarvenform (man sollte nicht sagen Cyclops-artige Jugendzustände, weil diese Stände nur den Cyclopslarven gleichen) und Cyprisform nicht antithetisch sind, und wenn man also auch von diesem ersten irrigen Gedanken bei Verwendung dieser Bezeichnungen sich ganz frei gemacht hat, ist die Benutzung dieser beiden Ausdrücke für die beiden auseinander hervorgehenden Formen keine sehr glückliche, so lange wenigstens, als es überhaupt noch nicht gelungen ist, einen innigern Verband zwischen Ostracoden, Phyllopoden und Copepoden herzustellen. Die Larvenformen der Cirripedien sind und bleiben Copepoden-artig, sie werden nur gewissermaassen zweiklappig durch seitliche Zusammendrückung der Schale, wobei die local stärker entwickelte Hautmuskulatur zum Schliessmuskel wird. Später freilich ist die Umgestaltung der Cirripedien eine sehr bedeutende, wenn die sich stärker entwickelnde Mantelduplicatur mehr schalenbildende Centra auf sich hervortreten lässt und aus den Schwimmfüssen die Rankenfüsse hervorgehen. Die letzte Umgestaltung ist ja aber auch bei wirklichen Copepoden eine so sehr verschiedene und bedingt innerhalb des Kreises der Cirripedien selbst die grössten Differenzen der äusseren Erscheinung. Es scheint mir, dass gerade die Cirripedien mit den Copepoden in gemeinsame Betrachtung gezogen werden müssen. Sie würden dadurch, dass sie theils in der Reihe der nebeneinander stehenden fertigen Formen, theils in der Folge der Entwickelung der einzelnen Gattungen und Arten so zahlreiche Modificationen in Gliederung, Schalenbildung, Kiemen und Form der Füsse darbieten, eine erweiterte Grundlage für die Auffassung des Baues der niederen Krebse geben und die Unterschiede zwischen den andern getrennten Ordnungen durch Herstellung von Berührungspunkten an vielen Stellen mehr verwischen.

1) Archiv für Naturgeschichte. XXVI. 1. p. 1.

Einst aus den Krebsen verworfen, sind sie unter den Krebsen der Jetztzeit neben den wahrhaft parasitischen befähigt, Ecksteine für das System der Crustaceen und Schlüssel für deren Verständniss zu werden, und mögen wohl am ehesten die Verbindung zwischen Ostracoden, Phyllopoden und Copepoden herstellen.

Wir haben übrigens in den Mittheilungen von *Koren* und *Danielsen*[1]) vielleicht schon einen Anhalt dafür, dass neben den innerhalb der gewöhnlichen Entwickelungsreihe durch *Thompson*, *Burmeister*, *Darwin*, *Dana* und *Krohn* bekannt gewordenen Formverschiedenheiten der Larven für einzelne Arten, welche bei der grossen Verschiedenheit der erwachsenen Zustände sich noch viel mannichfacher herausstellen dürften, auch in gewisser Weise physiologische Unterschiede gefunden werden, dass nämlich die reichlichere Eiausrüstung zuweilen eine grössere Vollkommenheit des Embryo oder ein abgekürztes Larvenstadium ausser dem Ei möglich machen kann. Jene Autoren beschrieben die Larve der auf Haifischen ansässigen Cirripedien als bereits, da sie das Ei verliess, mit drei Stacheln und sechs Paar Füssen versehen und augenlos. Leider erwähnte *Darwin* diese Mittheilung gar nicht, und wir erfahren nicht, was er über sie denkt. Es darf wohl immer noch gefragt werden, ob jene Larven wirklich so weit fortgeschritten aus dem Ei kommen, oder ob sie vielleicht in frühzeitiger Häutung noch unter dem Schutze des Mantels der Mutter, aber nach dem Austritt aus dem Ei in diesen Zustand kamen, oder ob ältere Larven für eben ausgeschlüpft angesehen wurden. Wäre die Sache richtig und also eine wesentliche Phase der Entwickelung im freien Leben als ausfallend zu betrachten, so könnte diese Abweichung im Zusammenhange damit gedacht werden, dass der Boden, auf dem diese Krebse sich ansetzen, ein so beschränkter ist, während für die meisten Cirripedien in der Wahl der Ansatzpunkte eine grössere Freiheit besteht. Dadurch würde der Zustand des freien Schwärmens für die Anelasmen an Bedeutung verlieren und abgekürzt werden, sie würden den geeigneten Boden am leichtesten nahe bei dem Orte, an welchem sie selbst erzeugt wurden, wiederfinden, sei es am selben Haifisch, sei es an den mit ihm jagenden Cameraden. Ihre Verbreitung im Raume aber würde trotz geringerer Ausbildung der mobilen Lebensstadien dennoch durch ihre Träger zu Stande kommen.

Die Befestigung der jungen Thiere von Lepas pectinata, welche ich noch im letzten Larvenstadium beobachtete, war nur locker, so dass die Vermuthung, sie würden sich noch wieder ablösen können, sehr nahe lag; aber obwohl sonst das Wandern beobachtet worden ist, wechselten diese ihren Platz nicht mehr. Dieses Anheften der Larven geschieht zum Zwecke der letzten Häutung und geht direct über in die Anheftung der erwachsenen Thiere. Sie schliessen ihre Schale, um unter deren Schutz, wie in einer Puppenhülle, die letzte metamorphische Häutung

1) Isis 1848 p. 204.

abzuwarten. Zur Ernährung im sessilen Zustande sind sie nicht geeignet, die Füsse sind noch nicht dazu eingerichtet, dem Munde Nahrung zuzuwirbeln und einen Fangtrichter zu bilden und die Mundwerkzeuge selbst sind noch unvollkommen. Aber sie haben vorher Vorräthe in sich angesammelt, in der Form grosser Fetttropfen im Rumpfe, die nur zum Aufbau der neuen Organe während dieses Ruhezustandes verbraucht werden. Sehr rasch beginnt der Häutungsprocess und macht alles Wandern unmöglich.

Was die Art der Anheftung betrifft, so war ich früher nach den mit Herrn Professor *Leuckart* in Helgoland gemachten Beobachtungen [1]) der Ansicht, das wesentlichste Element für dieselbe sei in einem Napfe nach Art des bei Evadne vorkommenden gegeben, welcher provisorisch wirke, bis eine Ankittung an die Unterlage durch Secretschichten denselben entbehrlich mache. Es besteht allerdings bei diesen Larven ein Höcker in der Medianlinie zwischen den beiden Antennen, dessen Spitze eine von einem muskulösen Wulste umgebene Grube darstellt (Taf. V, Fig. 2 *b* und derselbe ist für die Stielbildung von Wichtigkeit. Aber hauptsächlich fungiren jedenfalls die Antennen als Haftorgane, wenngleich für sie auch eine nur schwache Unterstützung an einem dritten Punkte sehr wichtig sein muss.

Die Antennen bleiben in dieser Function dauernd erhalten, sie sind nicht allein provisorische, sondern auch bleibende Haftorgane, auch für die erwachsene Lepade.

Von jener napfähnlichen Hervorragung am Scheitel ausgehend, entwickelt sich als eine breitere, durch die Muskelthätigkeit angedrückte Fläche mit verdickter Haut die Basis des sich allmählich ausziehenden Stiels, und dehnt sich in der Art aus, dass die Anheftungsstelle der Antennen seltner vor, meist hinter ihr an dem Rande sich befindet. Diese accessorische Anklebung lässt im Allgemeinen im Tode nach, besonders wenn derselbe langsam eintritt und der Stiel durch Diosmose sich etwas bläht. Dann wird die erwachsene Lepade nur noch durch die Antennen, welche man bei einiger Sorgfalt auch bei den ältesten Thieren und an Spiritusexemplaren auffindet, an dem fremden Körper fixirt. Die Gegenwart der Antennen verräth sich dann durch zwei winzige schwarze Strichelchen am Rande der Anheftungsfläche des Stieles und es entsprechen diese dem Hautpigmente, welches sich in dem breiten Gliede der Antennen erhalten hat. Man kann diese Strichelchen oft sehen, während die Grundfläche des Stiels noch anklebt, und gerade bei den auf Sepienschalen sitzenden Lepaden ist die Ablösung mit Erhaltung der winzigen Antennen leichter, weil das Material jener Schalen so leicht zu zerbröckeln ist und ohne Mühe die an den Antennen anhaftenden Stückchen abgelöst werden können.

1) Vergl. *Leuckart*, Carcinologisches. Archiv für Naturgesch. XXV. 1. p. 262.

Bei den fertigen Lepaden lassen bekanntlich die Vorderränder der beiden Scuta und das vordere, umgebogene, an beiden Seiten fast hakig eingreifende Ende der Carina eine weite eiförmige Lücke zum Durchtritte des Stiels frei und erst an der Basis des Stiels stehen die Antennen. Es bleibt übrigens auch bei den zweiklappigen Schalen, wie hinten so auch vorn an der Bauchseite ein Spalt, der bei sonstigem Verschluss der Schale etwas klaffend die Antennen durchlässt und deren Benutzung zur Anheftung in allen Fällen gestattet (Taf. VI, Fig. 8).

Die Form der Haftantennen ist im Wesentlichen dieselbe bei den Larven und den erwachsenen Thieren, ist aber von *Darwin* nicht ganz genau verstanden worden. Obwohl *Darwin* die Saugscheibe als ein besonderes Glied rechnet, zählt er im Ganzen nur drei Antennenglieder, es sind deren aber vier, ohne dass man der Scheibe den Werth eines besonderen Segmentes zuzutheilen braucht.

Dass zunächst zwei Grundglieder da sind, lässt sich noch bei den Erwachsenen erkennen (Taf. VI, Fig. 1 *b* u. *c*), es ist aber weit deutlicher bei den Larven zu sehen (Taf. V, Fig. 11). Bei den Erwachsenen sind diese Grundglieder, besonders das erste einigermaassen in die starke Ausdehnung der Haut der Nachbarschaft mit hineingezogen worden: das erste liegt, wie sonst wohl Coxen, nur noch mit einer einseitigen Platte der Haut auf und auch das zweite gleicht einem an der Basis stark verbreiterten und daselbst schräg abgeschnittenen oben abgestumpften Kegel. Bei den Larven, welche im Begriff sind, die Häutung vorzunehmen, hebt sich das erste Glied noch recht frei aus der Spitze des noch sehr wenig entwickelten, dünnen Stiels hervor und trägt in linearer Anordnung das zweite. Hier ist dann auch eine Knickung zwischen dem ersten und zweiten Gliede möglich und diese findet statt, wenn die Antennen unter den Schutz der Schale gebracht werden sollen, wobei dann, indem das erste Glied nach hinten gewandt wird, die Haftscheiben gerade nach vorn am Scheitel liegen. *Burmeister*'s Zeichnungen geben diese Gliederung ganz deutlich. Das zweite dieser Glieder ist es demnach, welches ich vorhin als das breite bezeichnete und welches sich durch die starke Hautpigmentirung und seine bedeutendere Grösse noch bei den Erwachsenen alsbald verräth.

Was nun die Haftscheibe betrifft, so betrachte ich dieselbe nicht als besonderes Glied, sondern als dem Ende des zweiten basalen Gliedes unbeweglich aufsitzend. Sie hat eine vertiefte dunkelgefärbte Grube und einen breiten doppeltcontourirten Saum. Die Grube ist eingefasst mit Borsten, welche nach hinten sehr lang, vorn kurz und meist abgebrochen sind, ursprünglich aber den ganzen Rand wie ein Kranz umstehen (Taf. VI, Fig. 1 *d*). An der Spitze des zweiten Gliedes steht neben dem Rande der Haftscheibe ein drittes Glied, klein und stielförmig (Taf. VI, Fig. 1 *e*), welches *Darwin* übersehen oder doch nicht von der Scheibe unterschieden hat und welches dann bei Männchen anderer Gattungen,

welche der Saugscheibe ermangeln, die hufförmige Gestalt hat, welche *Darwin* für Ibla und Scalpellum zeichnet. Erst auf diesem sehr kleinen dritten Gliede sitzt dann das etwas grössere terminale, als viertes, auf, kurz keulenförmig an der Spitze verdickt und an dem etwas eckig abgeschnittenen Ende etwa ein halbes Dutzend langer starker Borsten führend, von denen ein oder zwei der grössten lang gefiedert sind (Taf. VI, Fig. 1 *f*). Ich habe manchmal geglaubt, dass zwischen diesen Borsten noch ein fünftes Glied in der Gestalt eines schmalen linearen sehr blassen Fortsatzes stabförmig hervorrage (Taf. VI, Fig. 1 *g*), aber ich habe keine bestimmte Sicherheit darüber gewonnen, ob das nicht nur die Wurzel einer allerdings stärkeren und mit ziemlicher Regelmässigkeit in bestimmter Länge abgebrochenen und durch die Blässe ausgezeichneten Borste sei. Wenn die Scheibe angeheftet ist, so müssen neben ihr die zwei letzten Antennenglieder immer noch eine, wenn auch geringe freie Beweglichkeit behalten.

Die oben geschilderten Veränderungen an den Basalgliedern der Antennen, die solide Befestigung an dem Stiele, die gute Erhaltung der besetzenden Borsten würden schon allein Gewissheit geben, dass auch die Antennen beim erwachsenen Thiere noch wirklich ein Theil des Organismus, dass sie nicht zufällig anhängend gebliebene, eigentlich abgelegte Exuvien früherer Zustände sind. Dass die Antennen dabei auch an den Häutungen Antheil nehmen, scheint mir sicher; wenn auch die allgemeine Grössenzunahme derselben sehr gering ist und ausser allem Verhältniss steht zur Massenzunahme des übrigen Körpers, so finden wir doch gerade die Borsten grösser. Eine Verschmelzung der beiden Antennen findet nicht statt, noch weniger eine Umwandlung derselben zum Stiel; sie behalten stets ihre Lage an dem freien Ende des Stieles. Auf den Kittapparat denke ich bei der Anatomie der erwachsenen Lepaden näher einzugehen, weil ich ihn bei den Larven nicht bemerkt habe.

Die Schale dieser Larven ist strohfarben, ihre Oberfläche mit feinen Grübchen bedeckt (Taf. V, Fig. 1). Weil aber die Ränder dieser Grübchen sich nicht überall gleich hoch erheben, bekommt man bei Einstellung des Mikroskops für die Oberfläche der Schale dieselben nicht gleichmässig zu Gesicht und erhält ein Bild, als wenn die Schale mit abgebrochenen Längsrunzeln versehen wäre, welche durch kurze, von ihnen auslaufende Querrunzeln ungefähr aussehen wie Knochenkörperchen (Taf. V, Fig. 4). Von Gestalt ist die Schale einem zweispitzigen Hute vergleichbar, aber vorn gerundet und hinten mehr ausgezogen und in zwei gesonderte Spitzen auslaufend. Die Verbindung am convexen Rücken ist fast so fest wie die Seitenhälften selbst, gleichmässig durchscheinend, ungemustert. Sie hält die zwei Hälften auch nach Ablösung vom Thiere zusammen, wie ein gutes äusseres Schlossband eine Muschel und die Schalen klaffen dann ebenso wie eine Muschel an der fast geraden Bauchseite. Der Spalt der Bauchseite setzt sich von den hinteren Spitzen

aus ein Stück Weges auf dem Rücken fort, vorn weniger weit, so dass die Schalen hinten am weitesten auseinander zu gehen vermögen. Auch im Leben der Thiere ist der Schalenverschluss nicht vollkommen. Der Spalt am Hinterrücken und an der Bauchseite lässt die Borsten der Füsse und des Schwanzes durch, und weil vorn die Antennen hart am Rande der auch dort klaffenden Schale liegen, können auch diese bei möglichstem Verschluss der Schale vorgestreckt bleiben (Taf. V, Fig. 1).

In der Gegend der seitlichen Augen hat die Schale jederseits dort, wo sie am bauchigsten ist, einen starken conischen Höcker (Taf. V, Fig. 1 *e*). Derselbe scheint keinerlei weitere Organe anzudeuten oder vorzubilden, sondern den hornartigen Hervorragungen zu entsprechen, welche sich bei jüngern Larven beiderseits quer von der Schale abstehend zeigen, und in der letzten Larvenphase schon zum grössten Theile geschwunden sind.

Ist die letzte metamorphische Häutung nahe, so sieht man unter der zweiklappigen Schale die Anfänge der fünftheiligen wie unter einer durchscheinenden Hülle liegen und zwischen ihnen die Nähte, während bei jüngeren Thieren hiervon noch nichts zu sehen ist. Es haben diese ersten Anfänge der fünf Schalenstücke eine sehr zierliche Zeichnung. Die auf der früheren Schale nur schwach angedeuteten Grübchen sind auf ihnen sehr markirt polygonal und geben den einzelnen Stücken ein siebförmiges, oder Kettenpanzer ähnliches Ansehen (Taf. V, Fig. 6). Man kann durch Ablösung den Process der Häutung beschleunigen und so die ersten Anfänge dieser Neubildung kennen lernen.

Dabei fand ich, dass die Anlage der definitiven Schale mit den Scuta ihren Anfang nimmt. Die Bildung dieser Stücke beginnt auf dem Mantel noch ein ziemliches Stück hinter der Stelle, wo die seitlichen Augen liegen. Um das Verhältniss zwischen Mantel und Schale zu dieser Zeit recht zu verstehen, dürfen wir nicht ganz der Vorstellung folgen, welche wir aus der Anatomie der erwachsenen Lepade entnehmen. Bei dieser liegt der Rumpf an dieser Stelle ebenso frei in der schalenbildenden Mantelduplicatur als der Schwanz und ist nur am Scheitel mit dieser verbunden. Hier dagegen ist nur der Thorax und der Schwanz frei; die Manteleinschlagung dringt noch nicht so weit vor als später und die Schale liegt mehr vorn, fast bis an die Bauchkante dem Rumpfe scharf an. Man kann also in gewisser Beziehung die Stelle der Schalenneubildung auf den Rumpf selbst statt auf den Mantel beziehen. Der Rumpf zeigt um diese Zeit von den Extremitäten und selbst den Mundanhängen aus über den Rücken hinüberziehend eine ziemlich deutliche Gliederung und man könnte unter jener Voraussetzung sagen, die erste Anlage der Scuta (Taf V, Fig. 2 *f*) geschähe am ersten fusstragenden Segmente.

Vor dieser Stelle sehen wir durch die Schale hindurch am Rücken die grossen Fettansammlungen (Taf. V, Fig. 1 *d*), welche nun namentlich zu der mächtigen Entwickelung der weiter nach vorn gelegenen Gebilde,

besonders zur Stielbildung verbraucht werden. Indem dabei die zweiklappige Schale von den fest anhaftenden Antennen sich nicht zu entfernen vermag, wird durch die starke Entfaltung des Vordertheils die junge Lepade gewissermaasen aus der alten Schale herausgedrängt. Längs der Ränder der beiden Schalenhälften platzt die Chitinhaut und die alte Schale bleibt an der Basis des nur mit feinem Häutchen überzogenen, sich vordrängenden Stiels hängen, klaffend wie eine Spreuhülse, aus welcher ein keimendes Korn sich entwickelt. Dabei beweist wieder der Umstand, dass ein grosser Theil des Augenpigments an den alten Schalen hängen bleibt, wie dicht diese bis dahin vorn dem Rumpfe anlagen.

Doch wir haben der Entwickelung vorgegriffen, denn wenn von der neuen Schale nur erst Scuta entwickelt sind, kann die Häutung naturgemäss noch nicht eintreten.

Es ist übrigens selten, dass man die Anlage der Scuta allein bemerkt. Rasch folgen ihr die Nuclei der andern Schalstücke, in gleicher histologischer Beschaffenheit und mit den rohen Zügen ihrer späteren Gestalt. (Taf. V, Fig. 5).

Dieser eigenthümliche Schalenbau, welcher die Anfänge der Bildung der definitiven Schale charakterisirt, nimmt bei den Erwachsenen nicht die ganze Fläche und Dicke der Schale ein, sondern wir finden dort zwei Formationen in diese eingehend. Sowie jene einem Kettenpanzer vergleichbare Substanz erst allein vorhanden war, so bezeichnet sie auch später immer den Umbo, den Ausgangspunkt der Schalenbildung an den einzelnen Stücken und bildet daselbst die äussere Lage. Der Rand der einzelnen Schalenabtheilungen dagegen zeigt eine ganz einfache Oberfläche und einen blätterigen Bau, daraus hervorgehend, dass unter den ältern kleineren Stücken neue umfänglichere abgelagert sind und jedesmal die Grenze der vorhergehenden Lage mit welligem Rande überragen. So entstehen concentrische Absätze in den Schalenstücken, zu welchen sich bei dieser, danach benannten Art, besonders deutliche radiäre rippenartige Erhebungen gesellen. Der freie Rand kann die Ausläufer dieser Rippen als Zähnchen zeigen (Taf. V, Fig. 8).

Dabei dürfen wir uns jedoch die Bildung der siebähnlichen Schalensubstanz, welche zuerst mit Ausnahme eines schmalen Saumes und einer diesem entsprechenden geringen untern Schicht überall allein den Nucleus bildete, nicht als nunmehr erloschen betrachten. Es haben nicht dieselben Mantelstellen einmal jene, das anderemal diese Substanz zu produciren, in einer nur durch Reihenfolge in der zeitbedingten Verschiedenheit, sondern verschiedene Mantelpartieen concurriren nach wie vor in Bildung der beiden Substanzen, aber die Proportion wird eine andere.

Einmal ist es sicher, dass die Nuclei, wenn wir so jene zuerst ins Auge fallenden Bildungen der definitiven Schale nennen wollen, wachsen, zweitens auch bleiben sie, namentlich an den Scuta und Terga nicht central. Untersuchen wir die Wege dazu näher, so finden wir, dass die

einzelnen Schalenstücke nicht einfach glatt der secernirenden Mantelfläche aufgelegt, sondern dass sie theilweise von der Mantelhaut wie ein Nagel von einem Falze umfasst werden. Wir haben das Gleiche bei den einzelnen Schalstücken der Chitonen. Bei diesen zeigen diejenigen Theile der einzelnen Stücke, welche noch unter dem Falze verborgen stecken, einen sehr einfachen Bau, während die bereits frei vorstehenden die zierlichsten Zeichnungen besitzen. Diese werden also auf die einfache Schalengrundlage am Rande des übergreifenden Falzes aufgelegt. Bei der Lepas pectinata ist jenes Uebergreifen der Mantelhaut besonders an der Carina sehr deutlich und man kann dieselbe aus dem Mantelfalze wie aus einer Tasche herausheben. Auf dem Boden einer solchen Tasche wird dann auch wieder einfache Schalensubstanz gebildet, die übergreifenden Ränder legen auf diese die siebförmige Schicht auf und allmählich zurückweichend an deren Ränder neues gleichgestaltetes Secret an.

Umfassen nun die Falzränder nicht gleichmässig das Schalenstück, so geschieht diese Fortsetzung der aufliegenden siebförmigen Schalenschicht nicht überall, der sogenannte Nucleus wird excentrisch und an falzfreien Rändern dehnt sich mehr und mehr die innere Lage der Schale aus, ohne weiter durch die äussere zugedeckt zu werden, so wie das oben für das weitere Wachsthum der Schale geschildert wurde und in den Abbildungen für die einzelnen Abtheilungen der Schale gesehen werden kann (Taf. V, Fig. 8).

Der Ausgangspunkt der Entwickelung fällt mit der Stelle, in welcher die entschiedenste Fortsetzung der siebförmigen Schalenschicht stattfindet, überein und liegt bei den paarigen Schalenstücken immer dem entsprechenden Schalenstücke der andern S[illegible]e zunächst, überhaupt aber mehr vorn im Schalenstück, die freie Entwickelung der einfachen Schale findet mehr nach hinten und nach dem Rücken zu statt. Die einfache Schale steht der feinhäutigen Chitinbekleidung der innern Fläche der Mantelduplicatur und der Zwischenschalennähte viel näher und setzt sich unmittelbar in diese fort.

Darwin bezeichnet als eine epidermoidale Lage der Schale eine Eigenthümlichkeit des peripherischen Theils der Rückenfläche, welche daselbst jedoch keineswegs eine besonders gestaltete Schicht besitzt, sondern an welcher die äussersten Ränder jeder einzelnen schichtweisen [illegible]gerung, die sonst mit der über und unter ihr liegenden Masse innig verbunden ist, dort, wo sie einst in die dünne Zwischenmembran der Nähte übergingen, abgerissen frei aufstehen. Aehnlich verhalten sich auch epidermoidale Gebilde der Muschelschalen, sind dann aber auch von den unter ihnen angelegten Schichten histologisch verschieden, was hier nicht der F[illegible]ll ist.

Wenn wir hier wie überall bei Chitinhautgebilden die Schale in allen Theilen als ein extracelluläres Secret betrachten und das auch

gegen *Darwin* festhalten müssen, so geht daraus von selbst hervor, wie wenig wir es gutheissen können, den Ausdruck zu wählen, die Schale entstehe zwischen Haut und Oberhaut, einen Ausdruck, welcher zur Verwechslung wirklicher zelliger epidermoidaler Gewebe und solcher Secretschichten führen muss.

Lösen wir eine junge Lepade (Taf. V, Fig. 5) kurz vor der Zeit, wo sie sich von selbst aus der alten zweiklappigen Schale hervorheben würde, aus dieser aus, so finden wir auf dem blassbräunlich-violetten Mantel die fünf Schalenkerne in jenem siebförmigen Ansehen mit blassen Bändern nach den Nähten zu und in den Nähten die Mantelhaut dunkler gefärbt. Der Mantel hat sich schon viel freier am Rücken abgehoben, oder seine Duplicatur tiefer eingesenkt, als in der Larvenform. Er fängt an, einen kurzen Stiel zu bilden, der, wo die kleinen Antennen sitzen, fest mit dem Rumpfe zusammenhängt und an der Unterlage anklebt. Aber in diesen Stiel sind die Ovarien noch nicht bruchsackartig hineingedrängt, der Rücken des Thieres selbst ist noch glatt gewölbt. Die Larvenhaut des Rumpfes und der Extremitäten liegt abgestreift an der Spitze der Füsse und des Hinterleibes (Taf. V, Fig. 5 *a*). Die schematische Zeichnung *Darwin's* (Lepadidae p. 28) kann ich insofern nicht billigen, als die durch das Verhalten in diesem Zustand auch für später bestimmte Lage der Augenreste daselbst irrig angegeben ist. Was von Augen noch nach dieser Häutung zu sehen ist (und wenigstens anfangs ist sowohl das Stirnauge wie die Seitenaugen noch zu erkennen), bleibt am Rumpfe liegen und wird nicht mit der stielförmigen Mantelausziehung und den Antennen weiter und weiter abgerückt (Taf. V, Fig. 11). Lichtbrechende Medien fehlen diesen Augenresten ganz, sie bestehen nur aus braunen, flach ausgebreiteten bedeutenden Pigmentanhäufungen. Das Stirnauge sitzt dem Supra-oesophagealganglion dicht auf. Die Zahl der Extremitäten ist bekanntlich dieselbe in dieser Larvenform und dem erwachsenen Thiere, aber die Form ist anders. In der letzten Larvenform sind die sechs Fusspaare ziemlich gleich lange Cyclops-artige Ruderfüsse, die hintersten sind eher kürzer als die vorderen. Man kann die Gestalt der Benennung zu Grunde legend, das erste deutlich abgesetzte kurze, schräg abgeschnittene Glied als Trochanter bezeichnen. Diesem folgt dann ein längeres Femur, und nun spaltet sich der Fuss in zwei zweigliederige Aeste. Das erste Glied eines jeden Astes trägt aussen einen starken Stachel, das zweite ovale am gezähnten Innenrande und an der S[illegible] starke Borsten. Die Aeste sind einander ziemlich gleich, durch die platte, breite Form derselben der Fuss ein guter Schwimmfuss. Der Rumpf ist, wo er die Füsse trägt, seitlich comprimirt, so dass der Sternalraum zwischen den Füssen der beiden Seiten nur eine enge Rinne bildet (Taf. V, Fig. 9). An den Seiten des Rumpfes lässt sich zwischen der Insertion der einzelnen Füsse die Gliederung, schräg nach vorn und dem Rücken aufsteigend, gut verfolgen (Taf. V, Fig. 3). So ist durch die Gliederung

des Rumpfes eine Richtung der Füsse nach hinten bedingt. Oberhalb der Trochanteren werden durch eine Querfalte noch in unvollkommener Weise Hüftglieder angedeutet. Das erste Fusspaar steht nicht weiter vom zweiten ab als die übrigen voneinander, die Kluft am Sternum hinter ihm ist nicht tiefer, die sechs Fusspaare gehören also in diesem Lebensalter gleichmässig zusammen.

Zwischen den Füssen des hintersten Paares kommt ein stummelförmiges Schwänzchen zum Vorschein, eine Miniaturausgabe des Cyclopsschwanzes, und trotz der Kleinheit vier Segmente zeigend. Das letzte von diesen ist gablig gespalten und trägt hinten zwei lange, auf dem Rücken an der Basis zwei kürzere Borsten (Taf. V, Fig. 3 *a*). Am drittletzten bezeichnet, wie es scheint, eine kleine Papille an der Bauchseite die erste Andeutung des zukünftigen Penis.

Schon in dieser Phase bilden die Mundtheile einen stark hervorragenden Kegel, der gegen das erste Fusspaar stark kehlartig abgegrenzt und nach hinten gerichtet ist. Um die Mundöffnung herum sind bereits die späteren Mundwerkzeuge zu erkennen, sie bilden jedoch nur sehr unvollkommene Lappen und Papillen und sind nicht mit Borsten oder Zähnen ausgerüstet (Taf. V, Fig. 11 *c*). Vor dem Munde zieht sich dann die Stirn mehr und mehr stielartig aus, je näher die Häutung rückt. An dieser Verlängerung sitzen die Ränder der alten Schale an der Bauchseite vorn dicht an, während der Theil des Körpers, welcher Mund und Füsse trägt, im Begriffe sich ganz von dieser Schale zu lösen, oft im Tode schon aus ihr heraushängt. So liegt schon unter der Cyprisschale der Stiel der Lepaden in seiner ersten Anlage verborgen.

Wir wollen nun noch einen Blick auf einige Punkte in der Anatomie der erwachsenen Lepas pectinata werfen.

Wenn die Lepaden einmal die zweiklappige Schale abgeworfen haben, so verändern die weiteren Häutungen das Gesammtansehen der Thiere nicht mehr, obwohl eine genauere Untersuchung nachweist, dass immer noch eine Vermehrung der Fussglieder stattfindet und während der einzelnen Mauserperioden daran erkannt werden kann, dass die Sonderung und Gliederung der jeweiligen beiden Aeste sich noch in den ungetheilten Stiel unter der alten Hautdecke fortsetzt. Die Entwickelung der Geschlechtsorgane beginnt sofort, aber das männliche Glied ist zuerst noch sehr kurz und entbehrt der Bekleidung mit Borsten (Taf. VI, Fig. 9), ohne Zweifel ist in diesem Zustand die Geschlechtsreife noch nicht zu erreichen, sondern es sind erst noch weitere Häutungen durchzumachen. Dieses Begattungsglied geht aus dem Schwänzchen hervor und nimmt dessen Stelle zwischen den hintersten Füssen ein, der After liegt am Rücken seiner Wurzel und ist nicht durch besondere Papillen bezeichnet. Doch liegt etwas weiter zurück an der Dorsalseite des Begattungsrohres eine follikulöse Drüse. Bei weiter entwickelten Thieren erlangt der Penis eine sehr bedeutende Länge, ist von sehr zahlreichen Borstenkreisen

umstellt und auch an der querrunzligen Spitze mit Borsten ausgerüstet (Taf. VI, Fig. 6). Er liegt geschlängelt an der Bauchseite des Thieres, ganz versteckt, zwischen den Füssen nach vorn geschlagen (Taf. VI, Fig. 2 *p*), und legt sich mit der Spitze an die eine oder andere Seite des Vorderrumpfes an, somit gerade mit seiner Oeffnung die Stelle erreichend, wo die Eier abgelegt werden. Durch die oben angegebene Lage des Afters wird trotz der eigenthümlichen schwanzähnlichen Gestalt des Begattungsapparates doch die normale Lage der Geschlechtsöffnung zwischen Mund und After hergestellt.

Was die Zahl der Glieder der rankenförmigen Aeste der Füsse betrifft, so ist dieselbe am vierten und fünften Paare am stärksten, und nimmt nach hinten wenig, nach vorn bedeutend ab (Taf. VI, Fig. 2 *q*). So zähle ich bei einem Individuum, welches einschliesslich des Stiels und der ausgestreckten Glieder 2 Cm. an Länge misst, folgende Zahlen: 10, 11, 18, 21, 23, 19. Im Gegensatz zur vollständigen Zusammengehörigkeit aller Fusspaare bei den Larven aber finden wir nunmehr das erste Fusspaar durch viel grössere Entfernung, tiefere Ausbuchtung hinter ihm und weit stärkere Richtung nach vorn entschieden zur speciellsten, directen Unterstützung der Mundwerkzeuge bestimmt. Es scheint, dass es die beiden Kaufüsse der Copepoden vertritt, die ja auch als zusammengehörig betrachtet worden sind. Dann bleibt die Zahl der übrigen thorakalen Fusspaare fünf, wie es für die Copepoden normal ist. Es ist diese Absonderung des ersten Fusspaares übrigens schon den älteren Autoren aufgefallen. An allen Fadenfüssen stehen an dem unteren Rande eines jeden Segmentes Borsten, welche, obwohl auf diese einzelnen Kreise beschränkt, doch, weil sie an der Concavität dichter stehen und länger sind, diese concave Seite ohne Unterbrechung zu besetzen scheinen.

Im Leben des Thieres sind die Füsse zusammen in Form eines nach vorn abgeschrägten Trichters ausgebreitet. Dann finden im Stiel ganz rhythmische Contractionen, etwa zwanzig Mal in der Minute statt. Die äussere Hülle des Stiels und die Schale auf dem mit dieser zusammenhängenden Mantel folgen diesen Contractionen nicht. So wird das Thier ruckweise in den Stiel und die Schale hineingezogen. Dabei legen sich die Fadenfüsse zusammen. Durch Relaxation der Längsmuskulatur im Stiel und allmähliche Contraction der Ringsmuskulatur hebt sich nun das Thier langsam wieder und ebenso entfaltet sich der Trichter. Diese Bewegungen geben einen ausserordentlich zierlichen Anblick. Macht man Wind, so bleiben die Thiere im geöffneten Zustand stehen; es ist das der Zustand der Ruhe und er wird dauernd beibehalten, wenn die Thiere geschwächt sind, obwohl dann die Retraction auf Berührung wohl noch eintritt. Auch im Tode findet man die Lepaden mit ausgebreitetem Trichter der Fadenfüsse.

Durch die plötzlichen Retractionen des Thieres muss ein Nachströmen des Wassers erzeugt werden, welches durch die folgende langsame

Entfaltung und das Entgegenkommen des wieder geöffneten Trichters nicht wesentlich gestört wird. So wird bei jeder Entfaltung des Thieres ein Wasserstrom in dem geöffneten Trichter über den Mund hin geleitet werden und ihm die Nahrung zuführen. Darauf beschränkt sich übrigens die Thätigkeit der Rankenfüsse: eine weitere selbstständige Einzelbewegung derselben, um Nahrung oder Athemwasser zuzuwimpern, wie man zu sagen pflegt, findet nicht statt, vielleicht mit Ausnahme des ersten zum Munde stehenden Paares.

Meine Lepaden hatten vorzugsweise junge Miessmuscheln gefressen, während *Darwin* Bivalven unter der Nahrung nicht erwähnt. Dazwischen lagen, vielleicht durch die Unruhe des Meeres zugeführt, viel Steine und Sand. Die Menge der im Magen vorfindlichen Beute ist sehr gross (in einer einzigen Lepade z. B. fünfzig Miessmuscheln); ich glaube, dass man die Cirripedien mit zu den hauptsächlichsten Vertilgern der Brut der Weichthiere rechnen muss. Ich fand unter dem Gefressenen auch Individuen von Trochus, eine Ergasilide und einmal sah ich im Magen einen kleinen, wohl parasitischen Nematoden.

Von den Mundwerkzeugen habe ich auf Tafel VI eine Ansicht in situ bei schwacher Vergrösserung (Fig. 10), und eine Darstellung der einzelnen Stücke mit Einschluss des ersten Fusspaares hintereinander gereiht, bei stärkerer Vergrösserung gegeben (Fig. 4). Die Oberlippe bildet eine Klappe, unter welcher ein zierlich gezähnter Bogen querüber gespannt ist und neben welcher jederseits ein besonders stark pigmentirter dreigliedriger Taster eingelenkt ist.

Die Taster gehören weder zum Oberkiefer noch zum Unterkiefer, sondern sind neben der Oberlippenklappe eingesetzt. Vielleicht darf man sie als Analogon des zweiten Antennenpaares deuten. Mandibeln und Maxillen bestehen je aus einem Körper und einem härteren, bei jenen mehr dreieckig gespitzten, bei diesen mehr gerade abgeschnittenen Endgliede, welches mit Borsten und Zähnen bewaffnet ist, und besitzen keine Spur von Palpen. Die Sehnen für das zweite Glied sind sehr stark. Die Unterlippe trägt auf einem Verbindungsstücke jederseits einen muschelförmig gebogenen Lappen, welche dicht borstig zusammen hinten die Mundhöhle abschliessen. Vor dem queren Mittelstücke der Unterlippe liegt eine als Zunge zu deutende, ebenfalls quer entwickelte Falte. Dicht neben der Unterlippe setzt sich das erste Fusspaar fest, welches wohl zu den anderen Kauwerkzeugen die Nahrung hintreibt und erst dahinter senkt sich der Mundkegel tief ein. Bei zum ersten Mal abgehäuteten Formen, den jüngsten der vollkommenen Phase, ist die Grösse der Mundwerkzeuge verhältnissmässig bedeutender (Taf. VI, Fig. 9), im Uebrigen aber verändern sich die Mundtheile nicht mehr; ich finde in der alten Haut dieser jüngsten Formen die nachfolgenden Mandibeln, Maxillen u. s. w. ganz in gleicher Gestalt verborgen steckend.

Am Stiele der erwachsenen Lepade haben wir den äusseren und den

inneren Theil zu unterscheiden, welche jedoch im Grunde und an der Vorderseite inniger mit einander verbunden sind. Der äussere Theil (Taf. VI, Fig. 2 *b*) gehört dem Mantel an, der innere Theil (Taf. VI, Fig. 2 *c*) ist die bruchsackartige Ausstülpung des Rückens, welche die Ovarien enthält, von deren Füllungszustand vorzugsweise das Ansehen des Stiels bedingt wird. Es ist gerade die starke Entwickelung des Stiels, welche die Krebsgestalt verloren gehen macht oder vielmehr versteckt, und insofern der Stiel durch die Ovarien erfüllt wird, ist es hier, wie in unzähligen anderen Fällen das Geschlechtsleben, gegen welches die übrige Organisation zurücktreten muss.

In continuirlichem Zusammenhang mit dem Mantel ist das äussere Rohr des Stieles natürlich eine Chitin absondernde Haut; die Chitinsecretschicht ist dick, sehr durchsichtig, etwas längs- und querstreifig, übergehend in die innerste Lage der Schalenstücke. Die Matrix selbst zeigt auch eine Längs- und Querstreifung und feine moleculäre Anordnung um grosse gekernte Zellen (Taf. VI, Fig. 7). In diesen Zellen ist oft der Nucleolus am deutlichsten und glänzt stark. Diese Haut hat ihre eigene Muskelschicht, die, obwohl sehr dünn, doch selbst im Spirituspräparat noch erkannt wird. Nur sind dann die Querstreifen der Bündel verschwunden. Indem nun hier die Sonderung der Haut des Rückens von der Manteldupliccatur keineswegs überall gleich tief eindringt, kommen mehr und mehr nach der Basis und nach vorn maschenartige Verbindungen zwischen dieser Muskelschicht und den Muskeln des inneren Theiles des Stieles zu Stande.

Der innere Schlauch des Stiels gehört dem Rücken oder der Stirne des Rumpfes an. Die darüber wegziehende eigentliche Haut und ihr Chitinsecret bilden nur eine sehr dünne Membran und die Masse besteht vorzugsweise aus einer stärkeren Entwickelung der am Rumpfe selbst sehr schwachen Muskulatur, welche sich plötzlich durch einen kräftigen Muskelring abzeichnet. Die einzelnen Bündel biegen dann zuletzt am Anheftpunkte des Stiels vollkommen um.

Das histologische Verhalten der Muskulatur in dem somit gewissermaassen aus zwei Quellen hervorgegangenen Muskelschlauch, den man sich übrigens auch immer als einen zum Rohr verlängerten Muskelring (den alten Haftnapf) denken kann, in welchen die Ovarien sich hineindrängen, und zwischen dessen Elemente die Sonderung des Mantels vom Rumpfe eingreift, ist ein sehr eigenthümliches. Sehr deutlich quergestreifte Muskelbündel theilen sich mehrfach in Sehnen, so dass diese theils am Rande abtreten, theils die terminale Endigung bilden. Diese Sehnen verästeln sich dann wieder wie mit Wurzelfasern, biegen um, greifen zwischen die Muskelbündel ein, durchflechten dieselben und gewähren ein sehr zierliches Bild (Taf. V, Fig. 7). Es ist nach den Gesetzen des Verhaltens der Muskulatur der Arthropoden nicht wohl anders zu denken, als dass diese Sehnen und durch sie der Ueberzug der

Muskelbündel selbst mit der Chitinschicht der äusseren Haut in Verbindung stehen; das stimmt dann mit der ungleichmässigen Einsenkung der Duplicatur in den Stiel.

Ganz deutlich ist die besonderen Muskeln und Sehnen, welche zu den Antennen gehen. Dort bemerkt man aber ferner die eigenthümliche Vorrichtung, in welcher *Darwin* einen Kittapparat erkannte und welche *Krohn* genauer geschildert hat[1].

Entgegen *Krohn* ist es mir gar nicht schwer gefallen, die Kittgänge bis zur Scheibe der Antennen zu verfolgen: die Enden derselben verlaufen also nicht an unbestimmten Stellen in der Stielwand, sondern in den Antennen, und die Gänge selbst werden durch deren fortschreitende Entfernung vom Rumpfe ausgezogen. Die innere Wand wird von einem feinen Chitinrohr gebildet, die äussere Umhüllung ist so schön querringlig, dass ich die Gänge (Taf. VI, Fig. 1 *h*, *h*, *h*) erst für sehr lang ausgezogene Antennenmuskeln hielt. Sehr seltsam erscheint es, dass jeder Kittgang durch zwei Chitinringe (Taf. VI, Fig. 1 *i*) hindurchgeht, welche ihn an die Stielwand befestigen. Ich habe die Kittdrüsen nicht in solcher Ausdehnung zu beobachten vermocht wie *Krohn*, und vielleicht entspricht das, was ich für diese Drüsen ansah (Taf. VI, Fig. 1 *k*) nur den Anschwellungen des Ganges, welche *Krohn* beschreibt. Ist meine Auffassung richtig, so sind bei Lepas pectinata die Kittdrüsen sehr klein und es ist um so schwieriger sie frei zu präpariren, weil sie den Lappen der Ovarien dicht anliegen und die zu ihnen führenden Canäle eine bedeutende Länge haben. Es scheint wie wenn die einhüllende Membran der Canäle als contractil betrachtet werden könnte.

Ausser dem Kittdrüsenapparat finden wir also in dem Stiele die Ovarien. Dieselben sind zu einem beträchtlichen Organe mit zahlreichen Läppchen verschmolzen (Taf. VI, Fig. 5; vergl. auch Fig. 3 und Fig. 2 *f*), aber die gesonderten, wenn auch anfangs dicht aneinander liegenden Ausführungen, in welchen man zuweilen die Eier linear geordnet findet, zeigen die ursprüngliche paarige Entstehung. Die verschmolzenen Ovarien sind im Muskelschlauch des Stiels zwar noch von einem besonderen zarthäutigen Sack umschlossen, aber doch öfter den Wänden mit ihren Lappen so angeklebt, dass eine reine Absonderung sehr schwierig ist. Bei Spirituspräparaten ist sie leichter zu Stande zu bringen. Der sackförmige Ueberzug der Ovarien setzt sich zum Rumpfe hin als feiner fadenförmiger Stiel fort und umschliesst die Eileiter. Diese beginnen mit mehreren Aesten, welche von den Zweigen eines starken, mit jedem Eileiter verlaufenden Nerven begleitet werden (Taf. VI, Fig. 5).

Was die Mündung der Eileiter betrifft, so bin ich über dieselbe nicht ganz sicher; es schien auch mir zuweilen, als könne ich die Eileiter vom Stiele aus an den Rumpf verfolgen. Man weiss wie *Darwin* sie als zum

1) Archiv für Naturgesch. XXV. Bd. 1. S. 355.

ersten Fusspaar gehend schilderte, von wo sie sich aufbogen und nicht bis zum Ende präparirt werden konnten, und wie *Krohn* dann sagte, dass sie wirklich am Basalgliede des ersten Fusspaares mündeten. Während ich den grössten Theil der anatomischen Untersuchung machte, hatte ich allerdings nicht die Möglichkeit, an der Hand literarischer Vorgänger zu prüfen, aber ich meine mich an einem Präparate auf das Gewisseste überzeugt zu haben, dass sich die Sache nicht so verhält. Ich glaube nämlich, dass (Taf. VI, Fig. 5 und Fig. 2 *g*) die gesonderten Stämme der Eileiter nur kurz sind und dass sich ihre Mündungen schon vorn unter der sich vor dem Munde wölbenden Stirncapuze befinden und dort auch mit besonderen Muskeln ausgerüstet sind (Taf. VI, Fig. 5 und Fig. 2 *h*). Es ist aber allerdings bei einer so kleinen Art die Unterscheidung zwischen Nerven, Gefässen, Bindegewebssträngen und solchen Canälen sehr schwer. Jedenfalls beginnen ganz in der Nähe dieser Stelle die unter dem Schutze des Mantels liegenden Eiersäcke, das männliche Glied würde vollkommen bis dahin reichen und die austretenden Eier mit Samen befruchten können, und in keinem Falle habe ich weiterhin jemals Eier in irgend einem Canale gesehen. Hinter der Mündung der Oviducte würden dann die grossen Schalmuskeln liegen, die mit ihren Bündeln von den Seiten nach vorn und oben verlaufen. Zur Erklärung des Umstandes, dass die Oeffnungen der Eileiter so weit vorn liegen, müssen wir einmal die doch nicht zu läugnende Verschiebung der Ovarien, dann aber auch das bedenken, dass durch den Verlust der Gliederung am Vorderrumpfe alle Punkte, mit Ausnahme der Mittellinie, sehr verschiebbar erscheinen müssen. Wenn die Drüsen zu den Seiten des Magens, die Speicheldrüsen von *Cuvier*, mit den Eileitern in Verbindung stehen, so bleibt immer noch die Möglichkeit, dass sie ein accessorisches Secret zur Bildung der Hüllen um die Eierhaufen liefern können. Diese Eierhaufen (Taf. VI, Fig. 2 *i*) liegen platt, sattelähnlich von beiden Seiten auf dem Rücken zusammenstossend am Rumpfe an. Jeder Eiersack ist hinten gewissermaassen flügelartig, lang unregelmässig oval, vorn hakig bis zu jener muthmaasslichen Mündungsstelle der Eileiter, nahe dem Munde, hingebogen. Die Säcke haben eine amorphe, feine, chitinige Hülle, an deren Innenwand die einzelnen Eichen stielartig befestigt oder breit angeklebt sind. Aussen klebt der Sack dem Mantel an, der hier die Schalen zu tragen beginnt. Ist das Thier selbst aus der Schale durch Abreissen der zarten Verbindung im Nacken herausgefallen, so liegen doch die Eiersäcke noch unter dem Schutze der vom Stiel getragenen, schalenbildenden Manteldupl icatur.

In sehr vielen Eiern findet man daselbst schon die carminrothen, aus mehreren Körnern zusammengesetzten Augenflecke, und in manchen die deutliche Embryonalform mit etwas herabgebogenem Hinterende, gelbbraunen, ölartigen Dotterresten an der Rückenseite, und sonst von dunkelgrauer Färbung. Je mehr der Embryo sich ausgebildet hat, um

so gestreckter ist das Ei. Es darf wohl nicht bezweifelt werden, dass diese Eiersäcke ganz die Bedeutung der gleichen Säcke bei Copepoden haben, und ist die Zeit, wo man sie als Ovarien bezeichnete, vorüber. Die Erklärung, welche *Krohn* für ihre Bildung giebt, scheint mir zu künstlich. Die Bildung solcher Eideposita bei den Krebsen wird wohl überall ziemlich auf dieselbe Weise geschehen: Eier treten nach einander aus, ballen sich zusammen und verkleben durch Erhärtung beigemischten Secretes in durch die Form des Thieres, Art der Bewegung u. s. w. bedingter Gestalt des Sackes, der hier plattenförmig wird und sich dem Rumpfe gut anschmiegt. Dass übrigens neben dem Magen schlauchförmige Drüsen bestehen, ist sicher, sie sind zu verschiedener Zeit in sehr verschiedenem Grade gefüllt und zeigen, wenn ausgedehnt, eine bräunliche Färbung.

Was nun die männlichen Geschlechtsorgane (Taf. VI, Fig. 6) betrifft, so sind auch diese nicht ganz leicht zu präpariren und haben desshalb zu grossen Differenzen in der Deutung Anlass gegeben. Der caudale, fadenähnliche Anhang ist nur Penis, weder zugleich noch überhaupt Ovipositor, er fehlt desshalb auch den Weibchen diöcischer Arten. An seiner Wurzel setzt sich sein inneres bräunliches Rohr, das Vas efferens, aus den beiden Vasa deferentia zusammen, welche an dieser Stelle eine besondere Muskulatur besitzen. Von dieser Ursprungsstelle des Vas efferens spannt sich eine Brücke zur unteren Wand des hintersten Mastdarmabschnittes herüber. Die Samengefässe ziehen nun erst in gleicher Weite ein Stückchen an der noch gegliederten Abtheilung des Rumpfes beiderseits oberflächlich nach vorn und erweitern sich dann, wenigstens bei Thieren, welche etwas herangewachsen sind, und in dieser Jahreszeit zu sich wiederholenden länglichen, wurstförmigen Anschwellungen. Durch ihren Inhalt sind diese Theile auf das Deutlichste als Samenblasen charakterisirt, sie stellen aber nicht, wie *Burmeister* meinte, die Hoden vor. Es ist schon ziemlich leicht zu erkennen, dass sich das Samengefäss auch noch über die letzte Anschwellung hinaus verlängert, und wenn es auch dort sehr gewöhnlich abreisst, so kann man doch in einzelnen Fällen die Verbindung mit grossen hellen, zarten und platten Organen von nierenförmigem Umriss nachweisen, welche zur Seite des Rumpfes, aber mehr central als die oben genannten bräunlichen Schläuche liegen.

Die sehr zarte Ringsmuskulatur, welche die Vasa deferentia und ihre Erweiterungen, die Samenblasen hatten, hört hier auf und die zarte Tunica propria breitet sich als Ueberzug der Drüse aus. Diese Drüsen sind die Hoden. Ihre Grösse ist sehr schwankend.

Von einem Organe, welches zuverlässig als Leber zu deuten wäre, und von wirklichen Speicheldrüsen habe ich bei Lepas pectinata nichts gefunden, über die Anatomie des Nervensystems nichts Neues beizufügen. Tafel V, Fig. 10 giebt eine Abbildung eines seitlichen Larvenauges aus

einer kleinen Anzahl grosser kugliger Elemente zusammengesetzt und mit einem Nervenstamm und einem Muskel versehen.

Heidelberg, 23. August 1862.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Fig. 1. Der letzte Larvenzustand von Lepas pectinata, 40 Mal vergrössert. *a* Die Haftantennen; *b* Ueberrest des vorderen Auges; *c* das linke Seitenauge; *d* Fettansammlung im Rücken des Thieres; *e* der linke seitliche Vorsprung der Schale; *f* die durchscheinenden Pigmentirungen der Thorakal- (Praeabdominal-) Segmente; *g* der hintere Ausschnitt der Schale.

Fig. 2. Das Vordertheil derselben, etwas weiter vorangeschritten, nach künstlicher Ablösung der zweiklappigen Schale. *a* Die Antennen; *b* der Stirnsaugnapf zwischen den Antennen; *c* die überragende Falte, unter welcher später die Eileiter münden (?); *d* Ueberrest des vorderen Auges; *e* das linke seitliche Auge; *f* der erste Anfang zur Bildung des linken Scutum.

Fig. 3. Das Hintertheil dieser Larve, ebenso oft vergrössert, mit den sechs Ruderfusspaaren und dem Schwänzchen (*a*).

Fig. 4. Ein Stückchen der zweiklappigen Schale. 140 Mal vergrössert.

Fig. 5. Der Schalbildungsprocess ist weiter fortgeschritten; die Nuclei aller Schalentheile sind vorhanden und die alte Chitinhaut des Hinterleibes und der Füsse liegt abgestreift an der Spitze der neuen Schale (*a*). Das Thier ist ebenfalls aus der alten Schale herausgezogen.

Fig. 6. Ein Stückchen des sogenannten Nucleus der Schalenstücke bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 7. Muskeln und Sehnen aus dem inneren Muskelschlauch des Stiels. 270 Mal vergrössert.

Fig. 8. Die Schalenstücke in weiterer Entwicklung, der Nucleus ist mit Schichten einfacher Schalensubstanz unterlegt worden und wird an den Rändern in verschiedenem Grade von diesen überragt. Die einfache Schalensubstanz zeigt die diese Art auszeichnenden Rippenbildungen und Wachsthumsringe. *a* Die Scuta; *b* die Terga; *c* die Carina. 25 Mal vergrössert.

Fig. 9. Ein Paar Ruderfüsse der Larvenform. 135 Mal vergrössert.

Fig. 10. Ein Seitenauge der Larve, 100 Mal vergrössert. *a* Der Nervus opticus; *b* der Augenmuskel.

Fig. 11. Die ganze Lepas pectinata in der letzten Larvenform im Beginne der Stielbildung aus dem Mantel genommen, 20 Mal vergrössert. *a* Die Antennen, an denen die zwei Grundglieder noch sehr deutlich; *b* der Anfang der Stielbildung durch Vorziehung der Stirne; *c* die rudimentären Mundwerkzeuge

Tafel VI.

Fig. 1. Die Haftantennen einer ausgebildeten Lepas pectinata, 100 Mal vergrössert. *a* Der Stirnnapf zwischen den Antennen in der mit Muskeln unterlegten, mit Grübchen der Chitindecke ausgezeichneten Haut sich vorhebend; *b* erstes, *c* zweites Glied der Antennen; *d* Haftscheibe am Ende des zweiten Gliedes; *e* drittes, *f* viertes Glied; *g* starke abgebrochene, fast wie ein fünftes Glied erscheinende Borste; *h, h, h, h, h* Verlauf der Kittgänge von der Haftscheibe der Antennen bis zur Kittdrüse; *i* die diese Gänge befestigenden Ringe; *k* die Kittdrüse der rechten Seite.

Fig. 2. Eine ausgebildete Lepas pectinata nach Wegnahme einer Mantelhälfte und deren Schalenbekleidung, um die Lage der Organe zu zeigen, 4 Mal vergrössert. *a* Die Antennen; *b* der äussere Schlauch des Stiels; *c* der innere, viel stärker muskulös; *d* die Kittgänge; *e* eine Kittdrüse; *f* die verschmolzenen Ovarien; *g* ein Eileiter; *h* seine Mündung (?); *i* der linke Eiersack; *k* der Mundkegel; *l* das Scutum; *m* die Carina; *n* das Tergum; *o* das erste Fusspaar (Mundfüsse); *p* das unter dem Leib geschlagene Rohr des Penis; *q* die fünf anderen Fusspaare; *r* die Samenblasenerweiterungen des Vas deferens; *s* der Darmcanal.

Fig. 3. Eine gleiche vor Ablage der Eier. *a* Die gefüllten Drüsen zur Bildung der Umhüllungsmasse für die Eier (?); *b* der Hoden; *c* die Samenblasen; *d* der Darmcanal; *e* das Vas deferens; *f* der Penis; *g* Reste des vorderen, *h* Reste des seitlichen Auges.

Fig. 4. Die Mundtheile einer ausgebildeten Lepas pectinata. 25 Mal vergrössert. *l* Oberlippe, unter ihr die Zahnbogenreihe; *p* Taster; *md* Mandibel; *mx* Maxille; *lb* Unterlippe; *pm* erstes Fusspaar, zum Munde stehend.

Fig. 5. Die verschmolzenen Ovarien mit ihren sich sondernden Ausführgängen und deren Mündungen, mit Muskeln ausgerüstet unter der Capuze der Stirn (?). Der eine Oviduct enthält Eier. 20 Mal vergrössert.

Fig. 6. Die beiden Hoden, die Vasa deferentia mit ihren Erweiterungen und ihrer Vereinigung zum Vas efferens im Rohre des Penis, an dessen Wurzel die Mündung des Mastdarms. 15 Mal vergrössert.

Fig. 7. Ein Stückchen der äusseren Haut des Stiels mit den grobgekernten Zellen, den Molekülen und der zarten Umhüllungsmuskulatur; vergrössert.

Fig. 8. Die letzte Larvenphase vom Rücken gesehen, die Schale vorn und hinten klaffend mit den Seitenhöckern; Seitenaugen durchscheinend, am Scheitel die Antennen und der Stirnnapf zu sehen. 20 Mal vergrössert.

Fig. 9. Die ausgebildete Lepade zunächst nach Abstreifung der zweiklappigen Schale. Der Ovarialsack ist noch sehr gering entwickelt, der Penis kurz und glatt, der Mundkegel übermässig gross. 10 Mal vergrössert.

Fig. 10. Die Mundtheile in situ, nur die Unterlippe zurück geschlagen. Bei schwacher Vergrösserung.

Die Entwickelung der Dipteren im Ei,

nach Beobachtungen an

Chironomus spec., Musca vomitoria und Pulex Canis.

Von

Dr. August Weismann.

Mit Tafel VII—XIII.

Vorliegende Arbeit enthält den ersten Theil einer Entwickelungsgeschichte der Dipteren, deren zweiter die Ausbildung der Larve zum vollendeten Insect behandeln wird. Ueber die embryologische Entwickelung der Dipteren ist bisher nur Weniges bekannt geworden. Von *Kölliker* besitzen wir eine Abhandlung »De prima insectorum genesi«[1]), in welcher neben der Entwickelung eines Käfers, auch die zweier Mücken beschrieben wurde. Sie erschien im Jahr 1842 als die Dissertation des berühmten Histologen, und die Zeit ihres Entstehens lässt schon voraussetzen, dass eine erneuerte Bearbeitung desselben Gegenstandes vom Standpunkte der heutigen Wissenschaft nicht überflüssig sein wird. Wir besitzen nun allerdings eine mit allen Hülfsmitteln der modernen Entwickelungsgeschichte ausgearbeitete Darstellung der Entwickelung eines Zweiflüglers in der an interessanten Enthüllungen so reichen Monographie *Leuckart's* »Die Fortpflanzung und Entwickelung der Pupiparen nach Beobachtungen an Melophagus ovinus«[2]). Leider aber konnte gerade der embryologische Theil dieser ausgezeichneten Untersuchungen am wenigsten ausführlich und abschliessend behandelt werden, da durch die eigenthümlichen Verhältnisse, unter welchen das Ei sich bei den Pupiparen entwickelt, einer continuirlichen Beobachtung unübersteigliche Hindernisse in den Weg gelegt waren.

1) *Kölliker*, De prima insectorum genesi. Diss. inaug. Turici 1842.

2) *Leuckart*, Die Fortpflanzung und Entwickelung der Pupiparen nach Beobachtungen an Melophagus ovinus. Halle 1858.

Ich habe indessen hier nicht nur der Arbeiten zu gedenken, welche auf dem speciellen Feld der Dipterenembryologie der meinigen vorhergingen. Wie der Werth einer jeden Specialforschung in der Embryologie darin liegt, dass sie die Basis erweitert, auf welcher unsere Einsicht in den Entwickelungsplan der ganzen Classe beruht, so muss auch eine Darstellung der Entwickelung der Zweiflügler ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Insecten, der Arthropoden überhaupt sein. Es ist allgemein anerkannt, dass neben den bereits erwähnten Arbeiten *Kölliker's* und *Leuckart's* und neben der vortrefflichen Abhandlung *Huxley's*[1]) über die Embryologie von Aphis, es vor Allem die Untersuchungen *Zaddach's* über die Entwickelung der Phryganeen[2]) waren, welche die Entwickelungsgeschichte der Insecten auf den Standpunkt geführt haben, welchen sie heute einnimmt, und wenn ich auch das Hauptverdienst dieses gewissenhaftesten Forschers nicht mit *Leuckart* und *Claparède* in der Uebertragung der Keimblättertheorie von den Wirbelthieren auf die Insecten finden kann, sondern gerade in diesem Punkte zu ganz anderen Resultaten gelangt bin, so bleiben doch eine ganze Reihe wichtiger Entdeckungen, welche ich nur zu bestätigen hatte, und welche mich veranlassen werden, immer von Neuem wieder auf die Arbeit *Zaddach's* zurückzukommen. Das Neueste über Entwickelung der Arthropoden sind die Untersuchungen *Claparède's* über die embryologische Entwickelung der Spinnen[3]). Besonders die Bildung der ersten Formelemente im Ei findet sich hier noch eingehender behandelt, als bei *Zaddach*, und wird in einer Weise dargestellt, der ich, soweit es das Thatsächliche betrifft, in den Hauptpunkten überall beistimmen konnte. *Claparède's* Ansichten stehen in diesem Punkte die Beobachtungen *Robin's* scheinbar ganz unvereinbar gegenüber, welche dieser Beobachter erst vor Kurzem in einer Notiz über die Bildung der Keimhautzellen bei den Insecten[4]) niedergelegt hat. Wenn es mir, wie ich hoffe, gelungen ist, die scheinbaren Gegensätze in den Ansichten zu vereinigen, und diese Frage im Wesentlichen zu lösen, so verdanke ich es vor Allem dem günstigen Untersuchungsobject, und ein Gleiches muss ich sagen in Bezug auf den histologischen Theil dieser Arbeit, dem ich — Dank der Grösse und leichten Zerlegbarkeit des zur Untersuchung benutzten Eies — eine grössere Aufmerksamkeit und ausführlichere Behandlung zu Theil werden lassen konnte, als dies von meinen Vorgängern geschehen ist.

1) On the Agamic Reproduction and Morphology of Aphis, by *Thomas Huxley*, Trans. Lin. Soc. Vol. XXII. Part. III. 1858.

2) Untersuchungen über die Entwickelung und den Bau der Gliederthiere, von Dr. *G. Zaddach*. 1. Heft. Die Entwickelung des Phryganiden-Eies. Berlin 1854.

3) Recherches sur l'évolution des araignées par *Edouard Claparède*. Utrecht 1862. Naturkundige Verhandelingen utg. door het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel I. Stuk 1.

4) *Robin*, Mém. sur la production des cellules du blastoderme sans segmentation du vitellus chez quelques articulés. Compt. rend. Tom. 54. p. 150.

Die Wahl eines Repräsentanten der Mücken (Nemocera) war keine freie, indem eine wasserarme Gegend der Untersuchung nur wenige Arten darbot, und vor Allem das Genus Corethra, welches ich der bekannten, und von *Leydig* bereits mit vielem Erfolg benutzten Durchsichtigkeit der Larve wegen vorgezogen hätte, gänzlich fehlte. Die zur Untersuchung benutzte Art von Chironomus ist der Beobachtung der morphologischen Entwickelung des Embryo in vieler Beziehung sehr günstig, und anderen Tipulideneiern wegen der Klarheit der Zellen und der verhältnissmässig lichten Färbung des Dotters vorzuziehen, zum Studium des histologischen Aufbaues der Organe aber der geringen Grösse halber weniger geeignet. Die Species konnte vorläufig nicht mit Sicherheit bestimmt werden, Herr Professor *Schenck* in Weilburg, welcher die Güte hatte, eine Bestimmung zu versuchen, fand in dem *Meigen*'schen Dipterenwerk nicht eine einzige Art, welche mit der meinigen nur annähernd übereinstimmte, und unter den 128 in den »Diptera Scandinaviae« von *Zetterstedt* beschriebenen Species nur den Chironomus nigro-viridis Macq., welcher annähernd passte.

Als Repräsentanten der eigentlichen Fliegen (Brachycera) habe ich Musca vomitoria gewählt, da sie die Nachtheile — Undurchsichtigkeit des Chorion's und später des Embryo selbst — mit allen mir bekannten Musciden-Eiern theilt, dagegen aber den Vortheil der bedeutenderen Grösse besitzt. Die kurze Beschreibung eines einzelnen Stadiums aus der embryologischen Entwickelung des Pulex Canis sollte nur zeigen, in wie nahem verwandtschaftlichem Verhältniss, insoweit es die Entwickelung im Ei betrifft, die Familie der hüpfenden Dipteren zu den Mücken steht. Eine eingehende Verfolgung der Entwickelung schien der mangelhaften Durchsichtigkeit der Eihüllen halber für die Gewinnung allgemeiner Resultate unerspriesslich.

I.

Die Entwickelung des Eies von Chironomus.

Mit Taf. VII—X, Fig. 40—51.

Die Eier von Chironomus nigro-viridis Macq. (?) werden vom Weibchen ins Wasser abgelegt; man findet sie den grössten Theil des Sommers hindurch in allen stehenden Wassern frei auf der Oberfläche schwimmend oder an Wasserpflanzen festhängend. Sie liegen, wie dies bereits von *Kölliker*[1]) beschrieben wurde, in einfacher Reihe spiralig um einen Gallertcylinder von etwa 1,5 Cent. Länge herumgewunden und sind schon für das blosse Auge als gelbbräunliche, kleine Körperchen kennt-

1) Observationes de prima insectorum genesi. Turici 1842.

lich, welche im Laufe der Entwickelung, nach Maassgabe der Umwandlung des Dotters in embryonale Zellen eine hellere, gelblichweisse Färbung annehmen. Die Eier haben im Ganzen eine langgestreckt eiförmige, ellipsoidische Gestalt, welche in der Bauch- und Rückenlage vollkommen symmetrisch erscheint, im Profil aber auf der einen Seite einen convexen, auf der andern einen nahezu geraden Contur aufweist, während der eine Pol breit abgerundet ist, der andere mehr spitz. Es lässt sich somit eine gerade und eine convexe Seite unterscheiden, sowie ein stumpfer und ein spitzer Pol, oder da in ersterem der Kopf, in letzterem das Schwanzende des Embryo zu liegen kommt, ein vorderer und ein hinterer Pol.

Die äussere Eihaut (Chorion) ist vollkommen structurlos und durchsichtig, dünn, aber fest und schwer zersprengbar; die innere, die Dotterhaut (Membrana vitellina) ist sehr fein und in den ersten Entwickelungsstadien schwer nachzuweisen; später, wenn der Eiinhalt die Hülle nicht mehr ganz ausfüllt, ist sie sehr leicht zu erkennen, und zeigt dann fast constant eigenthümliche, wellenförmige Biegungen, welche in Verbindung mit dem starken Lichtglanz fast den Eindruck von Kernen machen, eine optische Täuschung, die sich als solche am leichtesten durch Vergleichung mit andern durchsichtigen Dipterenеiern nachweisen lässt. Hier, wie überall bei den Insecten ist die Dotterhaut vollkommen structurlos. Die Mikropyle, deren näherer Bau bei der Kleinheit des Eies nicht wohl erkennbar ist, liegt am Kopfende des Eies, wie es bei den Insecten meistens der Fall zu sein scheint.

Der Dotter ist bei durchfallendem Licht von braungelber Farbe, und besteht aus grossen Fetttropfen, sehr feinen Dotterkörnchen und einer dieselben suspendirenden, nicht direct wahrnehmbaren Flüssigkeit. Die Länge der Eier beträgt 0,24 — 0,28 Mm., die Dicke 0,096 — 0,099 Mm. Letztere bleibt sich gleich, mag in der Seitenansicht oder der Bauchansicht gemessen werden.

Die Entwickelung von Chironomus gruppirte sich naturgemäss in drei Abschnitte, deren erster von der Befruchtung bis zur Anlage der symmetrischen Körperaxen und der Urtheile des Kopfes reicht, deren zweiter die Zusammenziehung dieser Axen, und die von ihr hervorgerufenen und sie begleitenden Veränderungen umfasst, während der dritte die vollkommene Ausbildung der äusseren Körperform, wie der inneren Organe bis zum Ausschlüpfen der Larve in sich schliesst.

A. Erste Entwickelungsperiode.

Von der Befruchtung bis zur Anlage der Keimwülste und der Urtheile des Kopfes.

Ehe noch die ersten Veränderungen im Ei begonnen haben, wird ohne Zweifel der Dotter die Eihülle vollständig ausfüllen. Mir ist es bis

jetzt nicht gelungen, ein Weibchen beim Eierlegen zu überraschen, und meine Beobachtungen beginnen, nachdem die ersten durch die Befruchtung hervorgerufenen Veränderungen bereits ihren Anfang genommen haben. In dem jüngsten Stadium, welches ich gesehen habe, hatte sich auf der ganzen Oberfläche des Dotters eine dünne Schicht einer vollkommen homogenen, stark lichtbrechenden, bläulichen Masse abgelagert, welche der Eihaut dicht anlag und nur an den beiden Eipolen ziemlich weit von ihr abstand. Ihre Dicke war an den Polen am grössten (0,0086 Mm.), an den Seiten am geringsten; an letzterer Stelle zeigte sie sich noch ganz durchsetzt von Dotterkörnchen, wie sie denn auch an den Polen sich nicht mit scharfer Linie vom Dotter abgrenzte, sondern ganz allmählich in denselben überging, und ihre bläuliche Masse sich überall noch eine kleine Strecke weit zwischen die feinen Dotterkörnchengruppen hinein verfolgen liess; ich nenne sie das Keimhautblastem. Am spitzen oder hintern Pol lagen in der Lücke zwischen Eihaut und der scharfbegrenzten äusseren Fläche des Keimhautblastems vier grosse, kuglige oder ovale Zellen (Fig. 1 *pz*), aus mattbläulichem, homogenem, stark lichtbrechendem Protoplasma, welches durchaus der Masse des Blastems glich; sie besassen einen kreisrunden, klaren, etwas röthlich schimmernden Kern, und in einigen lagen ausserdem noch ein oder zwei Dotterkörnchen. Der Durchmesser der Zellen betrug 0,013 Mm., der der Kerne 0,0068 Mm., ein Nucleolus konnte nicht wahrgenommen werden.

Es geht aus dieser Beobachtung hervor, dass die erste Veränderung am befruchteten Ei eine Zusammenziehung des Dotters ist, wodurch derselbe sich von beiden Polen zurückzieht, während zugleich seine Oberfläche sich mit dem Keimhautblastem überzieht. Aus dem Umstand, dass Letzteres an den Polen bereits eine bedeutende Mächtigkeit erlangt hat, während es an den Seiten eine noch ganz dünne Schicht darstellt, lässt sich schliessen, dass seine Bildung an den Polen beginnt und von da sich über den ganzen Dotter hin ausbreitet.

Die vier kugligen Zellen, welche ausserhalb des Keimhautblastems liegen, nenne ich Polzellen; sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie vollkommen unabhängig von den Zellen der eigentlichen Keimhaut entstehen, und erst im spätern Verlauf der Entwickelung mit jenen in eine Masse zusammentreten. Sie sind identisch mit den »globules polaires«, welche *Robin*[1]) vor Kurzem beschrieben hat und deren Entstehung derselbe auf Rechnung einer neuen Art der Zellenbildung durch Knospung (par gemmation) setzt, nach welcher er auch die Zellen der Keimhaut sich bilden lässt.

Mir war die merkwürdige und in ihrer Bedeutung vorläufig unerklärliche Erscheinung der Polzellen, welche der Bildung der übrigen

1) Mém. sur la production des cellules du blastoderme sans segmentation du vitellus chez quelques articulés. Compt. rend. Tom. 54. S. 150.

Keimhautzellen gewissermaassen nur als gutes Beispiel vorangehen, schon längere Zeit vor der Veröffentlichung der *Robin*'schen Arbeit bekannt. Die Unmöglichkeit, über die Genese dieser Zellen ins Klare zu kommen, veranlasste mich, die Veröffentlichung meiner Beobachtungen zurückzuhalten. Bei Chironomus habe ich ihre Genese auch jetzt noch nicht beobachtet, wohl aber bei Musca, wo der Process der Zellenbildung (sowohl der Pol- als der Keimhautzellen) in vieler Beziehung vollständiger zu beobachten ist, als bei dem kleinen Ei der Tipuliden. Ich verspare desshalb ein näheres Eingehen auf die Entwickelungsgeschichte von Musca und bemerke hier nur im Allgemeinen, dass ich mit der Ansicht *Robin*'s, nach welcher die Zellen der Keimhaut durch Knospung entstehen sollen, nicht übereinstimmen kann. Ich glaube, dass der Modus ihrer Genese innerhalb des Begriffes von der freien Zellenbildung fällt, wie ihn die ältere histologische Schule aufgestellt hat.

Ueber die Bildung der Keimhaut giebt *Kölliker* in seiner Arbeit: »De prima insectorum genesi« einfach an, nach der Befruchtung ziehe sich der Dotter an seinen Axen von der Eihaut zurück, bedecke sich hier mit einfacher Zellenlage, welche sich sodann von hier über den ganzen Dotter hin ausbreite. Später sollen sich die Zellen zu doppelter und dreifacher Lage vermehren. *Robin* lässt erst eine Reihe von Zellen durch Knospung entstehen, zwischen dieser und dem Dotter sodann auf die nämliche Weise eine zweite und endlich eine dritte Reihe von Keimhautzellen. Abgesehen von der Entstehungsweise der Zellen beruhen die Angaben beider Forscher von einer Schichtung der Keimhaut auf einem Irrthum; die Keimhaut besteht nur aus einer einzigen Zellenlage: allerdings aber kommt der Anschein von mehrfachen Zellenlagen oft sehr täuschend zu Stande.

Meinen sehr häufig wiederholten Beobachtungen zufolge bildet sich die Keimhaut bei Chironomus auf folgende Weise. Nachdem die Polzellen entstanden sind, verdickt sich das Keimhautblastem am ganzen Umfang des Dotters gleichmässig, bis es eine auch gegen den Dotter hin scharf abgegrenzte Schicht darstellt; so lange diese Zunahme des Blastems anhält, so lange dauert die Zusammenziehung des Dotters, der schliesslich an beiden Polen bedeutend von den Eihäuten absteht. Es erscheinen sodann in dem Keimhautblastem in gleichen Abständen voneinander und an allen Stellen zu gleicher Zeit helle, runde Flecken, welche sich schon nach wenigen Augenblicken als scharfcontourirte, kuglige Bläschen von 0,0068 Mm. Durchmesser erkennen lassen. Durch ihren wasserhellen und etwas röthlich schimmernden Inhalt unterscheiden sie sich scharf von der mattbläulichen Masse der Blastems. Nur wenige Augenblicke sind der Beobachtung gestattet, denn sofort nach Entstehung dieser Kerne macht sich eine eigenthümliche, unregelmässige Lichtbrechung in ihrer Umgebung bemerklich, und bald erhebt sich die früher der Eihaut glatt anliegende Blastemschicht zu einer Menge kleiner Kugel-

abschnitte, deren jeder einen Kern zum Centrum hat. Diese kugligen Erhebungen werden höher, und indem sich auch in der Tiefe das Blastem um die Kerne zusammenzieht, entstehen kuglige Zellen, die aber nur an der Oberfläche vollkommene Kugelgestalt besitzen, in der Tiefe von vornherein etwas abgeplattet sind. Während ihrer Bildung hört die Zusammenziehung des Dotters auf und die Eihüllen werden wieder vollständig ausgefüllt bis auf unbedeutende Lücken zwischen den Polzellen. Die Oberfläche des Eiinhaltes ist höckrig, wie die einer Maulbeere (Fig. 2), und die Lichtbrechung des Zelleninhaltes so stark, dass es auf den ersten Blick sehr schwer ist, die Kerne zu erkennen, und auch eine zuverlässige Messung derselben nicht wohl möglich ist. Wahrscheinlich tritt, gleich nachdem die ersten Zellen gebildet wurden, eine Zweitheilung derselben ein, der vielleicht eine nochmalige Theilung nachfolgt. Bei Musca verhält es sich so, und bei Chironomus lässt sich wenigstens so viel mit Sicherheit sagen, dass die primären Zellen bedeutend grösser sind, als diejenigen, welche die fertige Keimhaut zusammensetzen. Auf eine Vermehrung der Zellen lässt sich auch schon daraus schliessen, dass die anfangs höckerige Oberfläche der Keimhaut später glatt wird, die Zellen sich gegenseitig abplatten und dann eine einfache Lage von kleinen prismatischen Zellen den Dotter überzieht, welche von der Fläche gesehen sechseckig aussehen und etwa 0,005 Mm. im Durchmesser haben, im Profil aber einem sehr kurzen Cylinderepithel ähneln und eine Länge von 0,008 Mm. besitzen. Eine scharfe Grenzlinie trennt sie von dem Dotter, bald aber zieht sich dieser von ihnen zurück und zwischen beiden erscheint eine neue Lage Blastem, dieselbe bläuliche, homogene Substanz, welche die erste Bildung von Zellen einleitete. Ich nenne sie das innere Keimhautblastem. Sie wächst rasch, erreicht an den Seiten bald eine Dicke von 0,0068 Mm. und ist an den Polen noch etwas mächtiger, wie dies auch bei der ersten Blastemschicht der Fall war; sie grenzt sich mit scharfer Linie einerseits von den Zellen, andererseits vom Dotter ab, so dass die Keimhaut jetzt aus zwei vollständig getrennten Lagen besteht, deren äussere aus Zellen zusammengesetzt, die innere gänzlich homogen ist. Die naheliegende Vermuthung, es möchte sich hier auf die nämliche Weise, wie die erste Zellenreihe entstand, eine zweite bilden, wird durch die Beobachtung nicht bestätigt, es werden keine neuen Zellen gebildet, sondern die bereits vorhandenen wachsen auf Kosten des inneren Keimhautblastems, sie nehmen dasselbe in sich auf und vergrössern sich dadurch. Diese so eigenthümliche, man möchte fast sagen umständliche Art des Zellenwachsthums lässt sich durch die Beobachtung vollkommen sicherstellen; ich habe wiederholt an ein und demselben Ei den Vorgang mit dem Mikrometer verfolgt, und stets gefunden, dass die innere Blastemlage sich zusehends verschmälerte, während die Zellen um ein Entsprechendes an Länge zunahmen, bis schliesslich von ersteren nichts mehr übrig war, und an Stelle von zwei Schichten nur noch eine einzige

übrig blieb, zusammengesetzt aus den fast ums Doppelte verlängerten Keimhautzellen (vergleiche Fig. 3 u. 4). Diese Zellen liegen vollkommen regelmässig nebeneinander, prismatisch sich abplattend, von oben betrachtet sechseckig, von der Seite als Oblonga von 0,012 Mm. Länge erscheinend. Der ovale Kern findet sich stets an dem äusseren Ende der Zelle, sämmtliche Kerne einer Zellenreihe liegen daher nebeneinander, und da sie zugleich durch Färbung und verschiedenen Lichtreflex von dem bläulichen, stark lichtbrechenden Zelleninhalt abstechen, dieser letztere aber in dem dem Dotter zugekehrten Theil der Zelle angehäuft ist, so kann es leicht den Anschein gewinnen, als wären zwei Zellenschichten vorhanden. Dies ist Täuschung, die Keimhaut besteht aus einer einzigen Lage von Zellen, und nur am spitzen Pol befinden sich von Anfang an zwei Zellenschichten übereinander, die Zellen der Keimhaut und die Polzellen. Während der Bildung der Ersteren haben sich Letztere durch Theilung vermehrt und zugleich verkleinert: aus vier Polzellen sind acht geworden, welche auf einem Haufen beisammen auf der Oberfläche der Keimhaut liegen, jetzt aber schon nicht mehr leicht von den Keimhautzellen zu unterscheiden sind, um bald darauf nach fortgesetzter Theilung mit ihnen eine einzige Masse zu bilden. Die Fortpflanzung der Zellen durch Theilung lässt sich an den Polzellen der Dipteren auf's Schönste direct beobachten. Fig. 1 *B* zeigt die Stufenfolge von Veränderungen, welche ein und dieselbe Polzelle bis zu ihrer vollendeten Zweitheilung zu durchlaufen hatte, und macht eine genaue Beschreibung des ohnehin so bekannten, und nur zu allgemein angenommenen Modus der Zellenvermehrung überflüssig.

Sobald die innere Blastemschicht von den Zellen der Keimhaut völlig absorbirt worden ist, hat die Bildung der Keimhaut ihr Ende erreicht, und es beginnt eine Reihe von Vorgängen, deren Endziel eine vollständige Umgestaltung der Keimhaut ist: die Bildung des Keimstreifens. Sechs bis neun Stunden nach Beginn der Entwickelung fängt die Keimhaut an ihren einfachen Charakter zu verlieren. Ihre Zellen vermehren sich, und zwar wahrscheinlich durch Theilung, wie aus ihrer abnehmenden Grösse zu schliessen ist, und daraus, dass die vorher langen, schmalen Kerne sich wieder dem kugligen nähern. Die Schnelligkeit der Zellenvermehrung ist so gross, und die Lichtbrechung durch die mehrfach sich deckenden Zellenlagen so störend, dass directe Beobachtung darüber nicht Aufschluss geben kann. In kurzer Zeit ist der Dotter an allen Punkten von mehrfacher Zellenlage bedeckt, indessen geschieht diese Verdickung der Keimhaut nicht gleichmässig, sondern die stärkste Zunahme zeigt sich am spitzen Pol, an der Stelle, an welcher die Polzellen von Anfang an eine mehrfache Zellenlage veranlassten, und zwar an dem der geraden Eiseite zugekehrten Theil: es bildet sich am spitzen Pol eine dorsale Verdickung der Keimhaut: die Anlage des

Schwanzendes des Embryo: der Schwanzwulst (Fig. 5 *schw*). Hand in Hand mit der Verdickung der Keimhaut geht eine Zusammenziehung derselben, wie daraus geschlossen werden muss, dass sie sich von der Eihaut zurückzieht und am spitzen Pol sich ein freier Polraum wieder herstellt. Auf der Oberfläche des Schwanzwulstes bildet sich eine mediane Längsfurche, welche sich im Profil als eine dem äusseren Contour nahezu parallellaufende Linie (Fig. 5 *a*), en face als herzförmiger Einschnitt (Fig. 6 *a*) zeigt, eine Bildung, welche sehr bald wieder verschwindet und ohne directe Folgen ist, wenn sie auch als der früheste Ausdruck des bilateralen Typus betrachtet werden muss, nach welchem der Embryo aufgebaut werden soll.

Durch die Umwandlung der Keimhaut erleidet auch der Dotter eine erhebliche Gestaltveränderung. Während derselbe früher die Form der Eihüllen genau wiederholte, zeigt er jetzt in der Bauch- oder Rückenansicht eine birn- oder flaschenförmige Gestalt, er verjüngt sich nach beiden Polen zu, indem er durch die Verdickung der Keimhaut von den Seiten her zusammengedrückt wird. In weiteren Verlaufe der Entwickelung nimmt der Schwanzwulst an Masse zu und ragt tief in den Dotter hinein (Fig. 7 u. 8 *schw*), von dem er häufig mit zwei seitlichen dünnen Partieen umfasst und oberflächlich bedeckt wird (*d*); zugleich wächst er stetig gegen das vordere Eiende hin, während der unmittelbar vor ihm liegende Theil der Keimhaut (*b*) an Dicke abnimmt. Auch die mediane Furche auf seiner Oberfläche zieht sich weiter nach vorn und vertieft sich dabei ziemlich bedeutend. Ehe noch der Schwanzwulst das hintere Drittel der Eilänge überschritten hat, erhebt sich auf seinem vorderen Ende eine breite, nach rückwärts gerichtete Falte: die Schwanzfalte (*schf*), welche, wie deutlich zu beobachten ist, durch Bildung einer Duplicatur entsteht, gebildet durch den vordersten, bereits verdünnten Uebergangstheil des Schwanzwulstes. In dem Maasse als dieser nach dem vorderen Eipol hin vorrückt, wächst die Schwanzfalte nach dem hinteren (Fig. 7 u. 8), und lagert sich als ein oberflächliches Blatt über die Keimhaut hin. Gewöhnlich verdünnt sie sich dabei schon etwas, so dass ihr Rand, der anfangs wulstig vorsprang (Fig. 7 *schf*), später nur wenig sich von der Schwanzwulst absetzt, dennoch aber als feine, scharfe Querlinie leicht zu erkennen ist, die sich um die Hälfte des Eiumfanges herumzieht Zuweilen behält aber auch die Schwanzfalte längere Zeit ihre ursprüngliche Dicke bei und überragt noch nach der sogleich zu besprechenden Umdrehung des Eiinhaltes die Oberfläche des Keimstreifens als stark erhabner Wulst (Fig. 10 *schf*). Die Falte wächst in der Mitte langsamer als an den Seiten, so dass sie in der Ansicht en face eine etwas gebogene, mit der Concavität nach hinten sehende Querlinie darstellt. Ihre Hauptbedeutung wird aus ihren späteren Schicksalen klar werden, indessen ist es mir sehr wahrscheinlich, dass sie auch für die zunächst folgenden Vorgänge nicht bedeutungs-

los ist, sondern einen ganz bestimmten Einfluss auf sie ausübt. Der Keimstreif bildet sich aus der Keimhaut dadurch, dass gerade am vorderen Rande des Schwanzwulstes, also an der Stelle, an welcher sich die Schwanzfalte erhebt, die Keimhaut entzweireisst. Dieser Vorgang hat offenbar seine rein mechanischen Ursachen; eine Membran kann nur dadurch zerreissen, dass von zwei Seiten her ein Zug in entgegengesetzter Richtung auf sie einwirkt. Aus der oben nachgewiesenen Thatsache einer allgemeinen Zusammenziehung der Keimhaut kann nun mit Sicherheit gefolgert werden, dass diese Zusammenziehung nach denjenigen Punkten hin stattfinden werde, wo die grössten Zellenmassen angehäuft sind, also nach Kopf- und Schwanzwulst. Der Locus minoris resistentiae ist offenbar der zwischen Beiden in der Mitte liegende, nicht verdickte Theil, und auf diesen wird somit schon durch das Uebergewicht der vor und hinter ihm angehäuften Zellenmassen ein solcher doppelter Zug stattfinden müssen. Ein Blick auf die Zeichnungen wird es begreiflich machen, dass durch das nach hinten Wachsen der Schwanzfalte dieser Zug noch verstärkt werden muss. Thatsache ist, dass zwischen Kopf und Schwanzwulst sich die Keimhaut fort und fort verdünnt, wie ein Stück Kautschuk, was an beiden Enden auseinandergezogen wird, so dass, wenn der Schwanzwulst etwa die Mitte der Eilänge erreicht hat und der Rand der Schwanzfalte dem hinteren Eipol ziemlich nahe steht, die Verdünnung dermaassen zugenommen hat, dass die Keimhaut nur noch als ganz schmaler, den Dotter umziehender Saum an dieser Stelle zu erkennen ist (Fig. 8 *b*). Kurz darauf erfolgt das Reissen, ein Vorgang, der wegen der vorhergehenden äussersten Verdünnung der Keimhaut direct nicht beobachtet werden kann. Noch ehe aber die Spalte in der Keimhaut ihre definitive Länge erreicht hat, sind die scharfen Linien der Rissränder sehr wohl zu erkennen, so dass es keinem Zweifel unterliegt, dass hier eine wirkliche Continuitätstrennung stattfindet. Es hat etwas Widerstrebendes, das Reissen eines organischen Theils wie der Keimhaut mit unter die Mittel aufgenommen zu sehen, deren sich die Natur zur Erreichung ihrer morphologischen Ziele bedient, und hierin liegt es offenbar, dass die von so bewährten Beobachtern wie *Kölliker* und *Zaddach* in Uebereinstimmung gemachten Angaben von einem Reissen der Keimhaut bei den Insecten allgemein mit einigem Misstrauen betrachtet wurden. Könnten nach vorstehenden Angaben noch Zweifel aufkommen, dass ein wirkliches Reissen stattfindet, so würden sie beseitigt werden durch die Mittheilung eines Vorganges, den die früheren Beobachter unerwähnt lassen, der aber, bei Chironomus wenigstens, constant die Bildung des Keimstreifens begleitet. Im Moment nämlich, wo die Verdünnung der Keimhaut den höchsten Grad erreicht hat, beginnt der ganze Eiinhalt sich langsam um seine Längsaxe zu drehen. Während dieser Umdrehung bildet sich der Riss in der Keimhaut und mit ihrer Beendigung ist der Keimstreif fertig gebildet. Offenbar besteht eine

causale Verbindung zwischen der Umdrehung und dem Reissen der Keimhaut, und es liegt nahe, sich die Axendrehung aus einer durch den plötzlichen Riss eingetretenen Gleichgewichtsstörung zwischen den verschiedenen Portionen der Embryonalanlage hervorgegangen zu denken. Die Umdrehung erfolgt bald nach rechts, bald nach links, ohne dass die zufällige Lagerung des Eies auf die Drehungsrichtung einen bemerkbaren Einfluss ausübte, sie geschieht langsam, vollendet sich innerhalb etwa einer Viertelstunde und ist deshalb nicht unmittelbar, wohl aber durch die Lageveränderung der embryonalen Theile gegen die feststehenden Eiränder wahrzunehmen. Der Schwanzwulst lag vor der Umdrehung an der geraden Eiseite, nach derselben liegt er an der convexen (Fig. 8, 9 u. 10), und es findet also genau eine halbe Umdrehung statt. Während derselben dauert die Zusammenziehung der Keimhaut, welche die Bildung des Keimstreifens einleitete noch fort, und bewirkt ein starkes Klaffen der Rissstelle der Keimhaut. Die Gestalt des Risses ist nahezu hufeisenförmig, sein hinterer Rand bildet einen mit der Convexität nach vorn gerichteten Bogen (Fig. 9 u. 10 *dsp*), entsprechend der Gestalt des Schwanzwulstes, auch verlängern sich schon während der Umdrehung die Schenkel der Spalte nach hinten, und da zugleich der Schwanzwulst nach vornen wächst, so tritt immer mehr die Gliederung der Spalte in zwei seitliche längslaufende, und einen queren, dorsalen Verbindungstheil hervor, während der Keimstreif durch sie in drei Theile getheilt wird, einen dorsalen Schenkel (Fig. 10 *dks*), einen ventralen Schenkel (*vks*) und den vorderen, auf den Rücken mützenartig übergreifenden Theil des Letzteren: die Kopfkappe (*kk*). Der auf die beschriebene Weise gebildete Keimstreif stellt die Anlage des Kopfes und der ventralen Hälfte des Leibes vor, und zwar wird zur Bildung des Kopfes die Kopfkappe und etwa die Hälfte des ventralen Schenkels verwandt, alles Uebrige gehört dem Bauch an, während vom Rücken noch gar nichts vorhanden ist und auch die Anlage der Hinterleibsspitze erst später gebildet wird durch fortgesetzte Verlängerung des Schwanzwulstes.

Zaddach beschreibt in seiner Entwickelungsgeschichte der Phryganeen (es war dies das erste Mal, dass ein derartiges Verhalten für die Embryologie der Insecten geltend gemacht wurde) wie gleich nach der Bildung des Keimstreifens die Zellenmasse sich in zwei Schichten trenne, eine tiefe und eine oberflächliche Schicht; erstere nennt er Muskelblatt, letztere Hautblatt, beide sollen einen selbstständigen Entwickelungsgang verfolgen und nach Analogie der Keimblätter der Wirbelthiere der Herstellung bestimmter Organgruppen dienen.

Zaddach lässt die Bildung seines Hautblattes der Bildung des Keimstreifens auf dem Fusse nachfolgen; er sah »eine feine Linie nahe am äussersten Rand des Keimstreifens und parallel mit demselben am Kopfende entstehen und sich ziemlich schnell nach hinten forsetzen. Eine

sorgfältige Drehung des Eies nach allen Seiten ergab, dass eine solche mit dem Rande parallele Linie sich in allen Stellungen des Keimstreifens zeigte«[1]). Ich habe mich lange bemüht, eine derartige spontane Spaltung des Keimstreifens in Blätter auch für die Dipteren nachzuweisen, aber ohne Erfolg, so dass ich mich zu der Annahme gedrängt sah, das Auftreten eines oberflächlichen Blattes als eine Eigenthümlichkeit der Phryganeen anzusehen, so seltsam auch die Beschränkung eines so wichtigen Vorganges auf eine einzelne Ordnung der Insecten scheinen musste. Erst auf grossen Umwegen gelangte ich zu einem Resultat, welches eine so unwahrscheinliche Annahme umstossend zugleich ein neues Licht auf das *Zaddach*'sche Hautblatt wirft und eine Parallelisirung desselben mit den Keimblättern der Wirbelthiere unstatthaft macht. Bei Chironomus wird ein oberflächliches Blatt dadurch gebildet, dass an beiden Enden des Keimstreifens sich eine Querfalte erhebt, welche beide gegeneinander wachsen und den Keimstreif blattartig überziehend schliesslich zusammenstossen und miteinander verschmelzen. Wie die spätere Entwickelung zeigt, entspricht diese oberflächliche Zellenlage, welche ich nach ihrer Entstehung als F a l t e n b l a t t bezeichne, im Wesentlichen dem *Zaddach*'schen Hautblatt der ersten Entwickelungsperiode vollkommen, so dass ich nicht zweifle, dass die beiden Gebilde als Aequivalente betrachtet werden müssen, wenn selbst ihre Genese eine verschiedene sein sollte; ich wäre sogar geneigt anzunehmen, dass dem so genauen Beobachter der Process der Faltenbildung, der vielleicht bei Phryganea wenig in's Auge fallend ist und durch die kuglige Form des Eies ohnehin schwieriger zu beobachten sein wird, entgangen sei, gäbe Derselbe nicht ausdrücklich an, die Spaltung in »Haut- und Muskelblatt« direct mit dem Auge verfolgt zu haben.

Die Bildung der Schwanzfalte wurde bereits beschrieben, und damit der e i n e zur Bildung des Faltenblattes nöthige Factor bezeichnet. Ganz ebenso, wie sich damals am hinteren Ende des Keimstreifens eine Falte erhob, so bildet sich unmittelbar nach dem Zerreissen der Keimhaut und der Umdrehung des Eiinhaltes eine zweite Falte am vorderen Ende des Keimstreifens: der hintere Rand der Kopfkappe erhebt sich am Rücken zu einer dicken, wulstigen Querfalte (Fig. 11 *kf*), deren vorderer Rand von Anfang an quer läuft, sehr bald aber in die Längsrichtung übergeht, welche er erreicht, noch ehe die Falte auf dem Scheitel des Eies angekommen ist. Die Falte überwächst die Kopfkappe als ein dicker Wulst, so dass es fast den Anschein hat, als theile sich dieselbe in zwei ungleiche Hälften, deren dorsale, anfänglich kleinere allmählich die ventrale absorbirt. Es ist indessen nicht schwer, in der Tiefe den Contour der Kopfkappe zu erkennen, über welche sich die Falte als dicke Lage hinwälzt. Der mediane Theil der Falte eilt den seitlichen bedeutend voraus, und der hintere Rand der Kopfkappe folgt in der-

1) a. a. O. S. 6.

selben Weise nach, so dass er aus einem einfachen Kreisabschnitt sich in die Schenkel eines sphärischen Winkels umwandelt, dessen Spitze allmählich bis an den Pol des Eies hinaufrückt. Der Keimstreif reicht daher nach dem Hinüberwachsen der Kopffalte in der Medianlinie nur bis an den vorderen Pol, während die seitlichen Theile der Kopfkappe in zwei Platten umgewandelt sind, welche flügelförmig von den Seiten her den Dotter bedecken, und deren halbkreisförmiger Rand dem Rücken zugewandt ist; sie sind keine definitive Bildung, man kann sie einfach die Seitenplatten nennen (Fig. 15 *sp*). Sie vergrössern sich bald, und nähern sich der Mittellinie des Rückens, so dass hier zwischen ihren Rändern nur eine ziemlich schmale Spalte bleibt, welche von freiem Dotter ausgefüllt wird und deren Länge ebenfalls nur gering ist, da sie von hinten her durch den Schwanzwulst eingeengt wird. Letzterer reicht jetzt bis ins vordere Sechstel der Eilänge, liegt zum Theil zwischen den Seitenplatten und beginnt sich in den Dotter hineinzukrümmen (Fig. 15). Es geht hieraus schon hervor, dass der in der Mittellinie des Rückens liegende freie Dotterstreif mit den seitlichen, in der Spalte zwischen ventralem und dorsalem Schenkel des Keimstreifes liegenden freien Dotterstreifen nur noch wenig in Verbindung stehen kann. Ein dünner, ganz oberflächlich gelegener, schmaler Streif von bräunlicher Dotterflüssigkeit (Fig. 15 *a*) mit gewöhnlich nur wenigen und kleinen Dottertropfen zieht sich vom Rücken über den Schwanzwulst nach den Seitenspalten hin: der Ueberrest der früheren breiten Querspalte zwischen Schwanzwulst und Kopfkappe (Fig. 17 *a*). Der hintere Rand der Kopfkappe wird, wie bereits bemerkt wurde, durch die Kopffalte bis auf den Scheitel des Eies vorwärtsgezogen, um dort vorläufig stehen zu bleiben, während die Falte selbst sich vollständig auf den ventralen Schenkel des Keimstreifens hinüberzieht und sich dabei so bedeutend verdünnt, dass sie nur mit Mühe noch an ihrem scharfen, auf der Oberfläche des Keimstreifens hinlaufenden Rand zu erkennen ist, welcher als feine Linie, in sanft geschwungenem Bogen nach hinten läuft. Hinter der Mitte der Eilänge nähert dieser Faltenrand sich wieder der Medianlinie und geht über in die Ränder der Schwanzfalte (Fig. 15 *r'*), welche unterdessen über die Umbiegungsstelle des Keimstreifens am spitzen Pol ebenfalls auf den ventralen Schenkel herüber gewachsen ist. Auch sie hat sich inzwischen bedeutend verdünnt und liegt als ein feines Blatt dem Keimstreifen auf. Indem nun die Ränder beider Falten zusammenstossen, entsteht ein zusammenhängendes Blatt, welches den grössten Theil des Keimstreifens und später den ganzen Keimstreifen überzieht. Anfänglich bleibt noch ein eiförmiger Raum auf dem ventralen Schenkel frei, auf dessen Gestalt schon aus der Richtung der Grenzlinie des Faltenblattes in der Profilansicht geschlossen werden kann, den ich aber auch mehrmals trotz des darunter liegenden dunkeln Dotters in der Bauchansicht direct erkennen konnte (Fig. 17 *fr*). Auch der ganze

Process des Gegeneinanderwachsens der beiden Falten lässt sich in dieser Lage des Eies sehr hübsch beobachten. Nicht immer trifft es sich so, dass Schwanz- und Kopffalte zu gleicher Zeit vom Rücken auf die Bauchseite herüberwachsen; öfters habe ich erstere der letzteren voran eilen sehen. Die Ränder der Kopffalte verlängerten sich dann an den Seiten des Keimstreifens hinab und kamen so denen der im Wachsthum zurückgebliebenen Schwanzfalte entgegen, um mit ihnen zu verschmelzen, sobald auch sie begannen, auf die Bauchseite hinüberzureichen. Nach eingetretener Verschmelzung und Bildung eines förmlichen Blattes schreitet das weitere Wachsthum desselben nur langsam voran, der ovale von ihm noch nicht bedeckte Raum verengt sich nur allmählich, bis endlich nach Verlauf mehrerer Stunden der ganze Keimstreif von dem Faltenblatt überzogen ist. Dabei nimmt die Verdünnung desselben noch zu, zuletzt derart, dass ohne Kenntniss der früheren Stadien seine Anwesenheit schwerlich bemerkt werden könnte. Es liegt dem Keimstreif dicht auf, hängt aber, wie aus seiner Genese hervorgeht, nur an dessen freien Rändern mit ihm zusammen. An der Kopfkappe und an der Umschlagstelle des Keimstreifens am spitzen Pol steht es häufig von der Oberfläche des Keimstreifens etwas ab, so dass eine helle Spalte zwischen beiden Theilen sichtbar wird (Fig. 15 und 16 *fb*), am übrigen Umfang der Embryonalanlage deutet ein feiner doppelter Contour die Auflagerung des Faltenblattes an.

Gleichzeitig mit dem Hinüberwachsen der Kopffalte beginnt der Keimstreif sich in zwei symmetrische Hälften zu theilen, welche für den Aufbau des Embryo von der grössten Wichtigkeit sind. Sie bezeichnen zuerst mit Bestimmtheit den bilateralen Bau desselben und bilden die Axen der beiden Körperhälften, von ihnen gehen zunächst alle weiteren Umwandlungen aus und wir werden später sehen, wie in ihnen auch die Grundlage des centralen Nervensystems gegeben ist. Ich bezeichne sie mit *Zaddach* als die Keimwülste. Sie entstehen durch eine vollständige Spaltung des Keimstreifens in seiner ganzen Dicke, welche allmählich vor sich geht, und auf der inneren Fläche desselben beginnt. Hier bildet sich in der Mittellinie eine Längsfurche, daran erkennbar, dass sich der Dotter in sie hineinzieht und einen kamm- oder leistenartigen Vorsprung bildet: die mediane Dotterfirste. In der Bauch- und Rückenansicht tritt diese als spitzer Vorsprung am hintern Eiende und an der Stelle hervor, wo der Schwanzwulst sich in den Dotter hineinkrümmt (Fig. 16 *mdf*, *mdf'*). An der Kopfkappe ist sie nicht sichtbar, die Bildung der Keimwülste erfolgt hier später und auf etwas complicirtere Weise, indem sie auf's engste mit der Entstehung der übrigen Urtheile zusammenhängt, aus welchen der Kopf sich bildet. Ehe hier Veränderungen eintreten, vollenden sich die Keimwülste an den beiden Schenkeln des Keimstreifens, indem auch auf ihrer äusseren Fläche eine Furche entsteht, die Spaltung des Keimstreifens in seiner ganzen Dicke

andeutend. Sie zeigt sich zuerst in dem vom Faltenblatt noch nicht überzogenen, eiförmigen Raum auf dem ventralen Schenkel, wo sie in einer nicht ganz genauen Profilansicht einen doppelten Contour des Keimstreifens veranlasst. Mit ihrer Vertiefung treten die beiden Contouren weiter auseinander, sind meist fein eingebuchtet, zeichnen sich scharf gegeneinander ab und lassen sich von dem oben erwähnten, durch Auflagerung des Faltenblattes hervorgebrachten Doppelcontour leicht dadurch unterscheiden, dass der eine von ihnen stets höher liegt als der andere, und dass beide durch eine Drehung des Eies auseinanderweichen oder zusammenrücken. Bei scharfer Einstellung ist es nicht schwer zu erkennen, wie an dem Rande des Faltenblattes die Contouren der beiden Keimwülste zusammenstossen (Fig. 18 *a*, *a'*) und als einfache Linie unter denselben hinlaufen (*fb*). Die Stelle, an welcher die Keimwülste sich zuerst vollständig ausbilden, wird noch zur Bildung des Kopfes verwandt, wie kurze Zeit später die Entstehung dreier Kopfsegmente anzeigt. Auch ihre Bildung beginnt wieder an der inneren, dem Dotter zugewandten Fäche, an welcher sich vier Einziehungen der Keimwülste bilden, in die der Dotter mit vier Spitzen hineintritt (Fig. 18 *mdf*). Die so entstandenen drei segmentartigen, durch halbmondförmige Ausschnitte des Dotters bezeichneten Abschnitte der Keimwülste markiren sich auf der Aussenfläche derselben nur schwach und nicht immer so deutlich, als es in Fig. 18 *Kw*, *Kw'* dargestellt ist, wo sie sich auch am Rande des Faltenblattes durch regelmässige Einbuchtung bemerklich machen. Bei andern Insecten (Phryganea) scheinen sich diese Kopfsegmente weit schärfer auszuprägen und länger zu persistiren; bei Chironomus bleiben sie nur kurze Zeit hindurch deutlich und die sie trennenden Querfurchen sind regelmässig früher verschwunden, als die Kopfanhänge von ihnen hervorgesprosst sind.

Es folgt nun eine mehrere Stunden dauernde Periode, während welcher bei oberflächlicher Betrachtung ein vollkommener Stillstand in der Entwickelung stattzufinden scheint, da die Gesammtform des Embryo sich nur unmerklich verändert. Dennoch fallen gerade in diese Zeit sehr wichtige Vorgänge, die Trennung des Keimstreifens in die Keimwülste vollendet sich, und der vordere Theil der Embryonalanlage beginnt sich in die Urtheile des Kopfes zu differenziren, ein Vorgang, bei welchem das Faltenblatt eine sehr wichtige Rolle spielt.

Zuerst erfolgt die vollständige Ausbildung der Keimwülste nach hinten; die Längsfurche auf der Aussenfläche des Keimstreifens setzt sich von den Kopfsegmenten aus bis zum Ende des Schwanzwulstes fort. Das Faltenblatt nimmt an diesem Vorgang keinen Antheil, spannt sich vielmehr ohne seine Form zu verändern bogenförmig über die Rinne zwischen den Keimwülsten hin und ist an den Umschlagstellen der Keimwülste (am spitzen Pol und vor dem Schwanzwulst) trotz seiner geringen Dicke jetzt sehr leicht zu erkennen (Fig. 20 *A* und *B fb*).

Dasselbe hat während der Bildung der drei Kopfsegmente die Bauchfläche der Keimwülste vollends überwachsen, und zeigt deshalb nirgends mehr freie Ränder; bald aber treten solche von Neuem auf, indem es sich in der Medianlinie der Länge nach spaltet, und in zwei Hälften getrennt auf die Seitentheile der Keimwülste zurückzieht. Diese Spaltung nimmt ihren Anfang auf dem Scheitel des Eies, an der Ursprungsstelle der Kopffalte, und setzt sich von da über den ganzen Keimstreif bis zum Schwanzwulst hin fort; sie scheint hervorgerufen zu werden durch eine Verlängerung des medianen Theils der Kopfkappe nach hinten, wodurch zuerst eine Spannung und dann ein Reissen des Faltenblattes bewirkt wird. Wir erinnern uns, dass die neuentstandene Kopffalte diesen medianen Theil bis auf den Scheitel nach vorn gezogen hatte, so dass die Kopfkappe dadurch in einen mittleren und zwei Seitentheile zerfiel, die Seitenplatten. Jetzt verlängert sich ersterer wieder nach rückwärts, und da die Spaltung des Faltenblattes diesen Vorgang begleitet, so gehen die Ränder der aus der Spaltung hervorgehenden Hälften desselben, während sie sich an den Flächen der Seitenplatten herabziehen, aus der ursprünglichen Längsrichtung in eine mehr quere über. Dieses Stadium ist in Fig. 19 dargestellt, der Rand des Faltenblattes zieht von der Ursprungsstelle der Kopffalte schräg über die Seitenplatten gegen den ventralen Schenkel des Keimstreifens hin, biegt dann nach hinten um, und erreicht erst am hinteren Rand der Kopfsegmente, oder vielmehr der inzwischen von ihnen entsprossenen Anhänge die Mittellinie. In diesem Fall bedeckt das Faltenblatt noch wie früher die Keimwülste am hintern Pol, nicht selten aber schreitet die Spaltung rascher voran und dann findet sich an letzterer Stelle keine Spur des Faltenblattes mehr. Das Zurückweichen der beiden Hälften auf die Seitentheile der Keimwülste ist sehr schwer zu beobachten, zuweilen gelingt es aber eine feine Linie auf den Seitenflächen der Keimwülste zu erkennen, welche dem Rand derselben parallel läuft, bald aber undeutlich wird und verschwindet. Offenbar verschmelzen die Hälften des Blattes vollständig mit den Keimwülsten. Nur am Kopf und am Schwanzende verhält es sich anders, auf dem Schwanzwulst erleidet es überhaupt keine Spaltung, wie später ausführlicher zu besprechen sein wird, am Kopf aber verschmelzen seine Hälften nicht mit den darunterliegenden Theilen, behalten ihre scharfen Ränder bei, und wandeln sich zu plattenartigen, selbstständigen Theilen um, von denen später die Antennen entspringen und welche bestimmt sind, den Kopf von den Seiten und theilweise vom Rücken her zu schliessen. Ich bezeichne sie nach *Zaddach*'s Vorgang als S c h e i t e l p l a t t e n, sie entsprechen vollkommen den Vorderkopflappen (procephalic lobes) *Huxley*'s[1]) und *Claparède*'s[2]).

1) On the Agamic Reproduction and Morphology of Aphis, by *Thomas Huxley*, Transactions of the Linnean Society, Vol. XXII, Part. 3, 1858, S. 222.

2) a. a. O. S. 37.

Während sie sich durch fortgesetztes Herabziehen des gespaltenen Faltenblattes auf den Seitenplatten der Kopfkappe bilden, entstehen auf den Kopfsegmenten die Anhänge des Kopfes. Dieselben liegen der Fläche der Keimwülste dicht auf als drei Paar platte Querwülste, deren Basis gegen die Mittellinie gerichtet ist und hier ohne Grenzlinie in die Keimwülste übergeht, deren freier, abgerundeter Rand nach aussen schaut. Nach letzterer Richtung hin wachsen die Anhänge und zwar ziemlich rasch, indem sie den Rand des Faltenblattes, der sie nach aussen begrenzt, weiter zurückschieben. Sie entstehen fast gleichzeitig, das vordere Paar um ganz Weniges früher als die hinteren; Letztere entsprechen den beiden Maxillenpaaren, Ersteres den Mandibeln. Wie bereits bemerkt werden sie gegen den Rücken hin vom Rand des Faltenblattes begrenzt, welches mit scharfer Kante an ihnen vorbeizieht (Fig. 19 *r*), und nach vorn gegen die Medianlinie einbiegend den vorderen Rand der Scheitelplatten bildet. Der Theil der Letzteren, welcher unmittelbar vor dem Mandibularanhang liegt, hebt sich allmählich von dem dem Rücken näher liegenden Haupttheil der Scheitelplatten durch eine seichte Einschnürung seiner Basis ab und wird zu einem Fortsatz: dem Antennenfortsatz. In der Frage nach dem Ursprung der Kopfanhänge stimmen daher die Resultate meiner Beobachtungen vollkommen mit den *Zaddach*'schen überein; die Mandibeln und die beiden Maxillenpaare entspringen direct von den Keimwülsten, während die Antennen Fortsätze der Scheitelplatten sind und demnach ihre Entstehung dem Faltenblatt (*Zaddach*'schen Hautblatt) verdanken. Auch *Huxley*[1]) lässt bei Aphis die Antennen von den »procephalic lobes« oder von dem Vereinigungspunkt derselben mit dem übrigen Theil des Blastoderms entspringen. Seiner Abbildung nach (Taf. XXXVIII, Fig. 2) bleibt mir kein Zweifel, dass sie ganz ebenso, wie bei Chironomus und Phryganea entstehen, und als Fortsätze der Scheitelplatten zu betrachten sind, so dass demnach für Hemipteren, Neuropteren und Dipteren ein und dieselbe Bildungsweise der Antennen nachgewiesen wäre, und sehr wahrscheinlich auch auf die übrigen Ordnungen der Insecten auszudehnen sein wird. Schon die Abbildungen, welche *Kölliker* von Donacia crassipes giebt, machen dies für die Käfer wahrscheinlich, da hier die Antennen ganz dieselbe Stelle am Kopf einnehmen, wie in der Abbildung desselben Autors von Chironomus, wenn auch in beiden Fällen die Scheitelplatten als besondere Theile nicht angedeutet sind. *Kölliker* hat überhaupt die erste Anlage der Kopfanhänge übersehen, was bei Anwendung so geringer Vergrösserungen, wie er sie brauchte, nicht zu verwundern ist; er bemerkte sie erst, nachdem sie bereits an die Seiten des Mundeinganges vorgerückt waren (a. a. O. Fig. 4 und 5), und lässt irrthümlich die Antennen und Mandibeln gleichzeitig mit den Körpersegmenten ent-

1) a. a. O. S. 223.

stehen, während er die Bildung der vorderen Maxillen in noch spätere Zeit verlegt.

Nachdem die Kopfanhänge angelegt sind, erfolgt sodann die vollständige Differenzirung der Kopfkappe, welche durch das Vorrücken des medianen Theiles derselben nach hinten, die Spaltung des Faltenblattes und Umwandlung desselben zu den Scheitelplatten eingeleitet wurde. Die Zellenmasse der Kopfkappe hat sich jetzt erheblich vermehrt und die freie, mit Dotter gefüllte Spalte auf dem Rücken derselben ist bis auf eine kleine dreieckige Oeffnung geschlossen (Fig. 23). Die ganze Masse der Kopfkappe beginnt sich in drei Hauptgruppen zu sondern, von denen zwei einfache Verlängerungen der Keimwülste sind, die ich der Kürze halber in Gemeinschaft mit dem Theil der Keimwülste, von dem die Anhänge entspringen, als Kopfwülste bezeichne, während der dritte, das vorderste Ende des Keimstreifens unpaar ist und in der Mittellinie liegt. Er wurde früher als Oberlippe bezeichnet, da indessen aus ihm auch der Clypeus entsteht, so hat *Zaddach* ihm den unbestimmteren Namen Vorderkopf gegeben, welchen ich beibehalte, zugleich aber bemerke, dass ich seine Beziehung zu den übrigen Urtheilen des Kopfes, vor Allem zu den Kopfwülsten in anderer Weise auffasse als *Zaddach*. Bei Chironomus bedingen sich Kopfwülste und Vorderkopf in ihrer Entstehung gegenseitig, ihre Bildung beginnt mit einer Einbuchtung der Kopfkappe an ihrer ventralen Fläche, mit der Mundeinbuchtung, von welcher aus sich eine anfänglich seichte Furche quer über die Seitenfläche der Kopfkappe nach dem Rücken hinzieht. Sie läuft dem vordern Rand der Scheitelplatten parallel, liegt aber etwas vor denselben. Während sie sich bildet, verlängert sich die mediane Furche zwischen den Keimwülsten, welche vorher nur bis zum vordersten Kopfanhang nach vorn reichte, bis zu der Mundeinziehung. Die queren Furchen erscheinen somit als die Fortsetzung der medianen Längsfurche, welche an der Mundeinziehung sich gablig theilt. Da durch sie der vordere Rand der Kopfwülste bezeichnet wird, so ergiebt sich also, dass die Kopfwülste nur bis zum hintern Rand der Mundspalte dicht aneinander liegen, sodann aber auseinander treten und bogenförmig in querer Richtung gegen den Rücken hin ziehen (Fig. 27). Es ist klar, dass dadurch der vorderste Theil der Kopfkappe als unpaarer, medianer Theil zwischen ihnen stehen bleibt. Dies ist der Vorderkopf (*vk*), der durch allmähliche Vertiefung der an seinen Seiten hinlaufenden Querfurchen sich immer deutlicher als selbstständiger Theil abschnürt; *Zaddach* betrachtet den Vorderkopf als das Ende der Keimwülste, welche nach seiner Ansicht dicht aneinander liegend sich einbuchten, die Mundeinziehung bilden, um wieder empor zu steigen und als Vorderkopf dieselbe von vorn her zu begrenzen. Alles, was dem Kopf seitlich anliegt, rechnet *Zaddach* den Scheitelplatten zu, und ist deshalb genöthigt, eine nachträgliche, sehr bedeutende Verdickung derselben anzunehmen. Dass

es sich bei Chironomus nicht so verhalten kann, geht schon daraus hervor, dass der Rand der Scheitelplatten mit dem Rand des querlaufenden Theiles der Kopfwülste nicht zusammenfällt, sondern erheblich hinter ihm zurückliegt. Die Mundspalte bildet sich nicht durch Faltung der Keimwülste, sondern dadurch, dass dieselben auseinanderweichen und eine Spalte zwischen sich und dem Vorderkopf lassen, welche mit der vorschreitenden Abgrenzung der sie bildenden Theile tiefer in den Kopf eindringt. Während der Umwandlung der Kopfkappe in die Urtheile des Kopfes vermehrt sich die Zellenmasse fortwährend auf Kosten des am Rücken gelegenen Dotters. Derselbe schmilzt von den Seiten her zusammen, und stellt bald nur noch eine dünne, in der Medianebene liegende Platte dar, während die neugebildete Zellenmasse eine weitere Fortsetzung der Kopfwülste vermittelt.

Man unterscheidet sodann ihrer Lage und Richtung nach drei Theile an den Kopfwülsten: einen ventralen (Fig. 25 *vkw*), von welchem die Anhänge entspringen, einen dorsalen (*dkw*), das zuletzt sich bildende Endstück, und einen mittleren (*mkw*), welcher bogenförmig verlaufend die beiden ersteren miteinander verbindet. Im Ganzen verlaufen die Kopfwülste schneckenförmig; zugleich entfernen sie sich in ihrem mittleren, nähern sich einander in ihrem dorsalen Theil, ohne indessen jetzt schon in der Mittellinie des Rückens wieder zusammenzustossen. Dies geschieht erst in späterer Zeit, wenn der zwischen ihnen liegende Dotter vollends in Zellen verwandelt ist. Dieser etwas complicirte Verlauf der Keimwülste im Kopf ist für das Verständniss der Bildung der vorderen Nervencentren, der Schlundganglien, wie später gezeigt werden soll, von grösster Wichtigkeit; die Gestalt dieser Ganglien, ihre Lage im Verhältniss zueinander und zum Oesophagus klärt sich dadurch sehr einfach auf, ein Umstand, der allein schon der hier vorgetragenen Ansicht vom Verlauf der Kopfwülste eine bedeutende Stütze sein würde, wäre dieselbe auch von Seiten der Beobachtung weniger sicher begründet, als sie es ist. Indessen lässt sich die Differenzirung der Urtheile des Kopfes, wie ich sie beschrieben habe, Schritt für Schritt verfolgen. Fig. 26 stellt ein Ei vor, an welchem die Spaltung des Faltenblattes bereits erfolgt ist, und die Umschlagstelle der Keimwülste (bei *x*) überschritten hat. Die mediane Furche auf dem Keimstreif erstreckt sich nur soweit nach vorn, als die Kopfanhänge (*md*, mx^1, mx^2) reichen, die Bildung des mittleren und dorsalen Theils der Kopfwülste ist also noch nicht erfolgt, und somit erscheint auch noch keine Andeutung der den Vorderkopf bildenden seitlichen Einschnürungen. Sehr schön erkennt man die Ränder der beiden auseinander gewichenen Hälften des Faltenblattes (*schp*), welches an den Seiten der tiefen Zellenmasse aufliegt, und, indem es sich beim Zurückziehen auch zugleich zusammengezogen und verdickt hat, zu der optischen Erscheinung des doppelten Contours Veranlassung giebt (*r*). Fig. 27 zeigt dasselbe Ei eine Stunde später; die Scheitelplatten haben

sich weiter auseinanderbegeben, und der Vorderkopf (*vk*) beginnt sich abzuschnüren, indem die Kopfwülste (*kw*) sich nach vorn fortsetzen und um ihn herumbiegen. Noch ist aber die Furche ganz seicht, welche Vorderkopf und Mittelstück der Kopfwülste voneinander trennen; erst indem sie sich vertieft tritt der Vorderkopf mehr hervor, nimmt seine eigenthümliche, im Profil keulenförmige (Fig. 22 u. 29 *vk*), en face breit herzförmige (Fig. 21 *vk*) Gestalt an, und die muldenförmige Ausbuchtung (*m*), unter welcher die Kopfwülste auseinandertraten, wird zum spitzen, scharfgeschnittenen Winkel: der hinteren Begrenzung der Mundspalte. Letztere stellt in der Ventralansicht eine kleine, dreieckige, trichterförmige Vertiefung vor, in der Profilansicht (Fig. 29 *m*) aber einen Winkel, dessen Spitze nach hinten gerichtet ist und dessen Schenkel schwach gebogen verlaufen, der hintere gebildet von der inneren Fläche der Keimwülste, der vordere von der in die Tiefe ragenden ventralen Fläche des Vorderkopfes. Es sei hier gleich erwähnt, dass später das Lumen des Oesophagus sich einfach dadurch bildet, dass die Spalte zwischen Vorderkopf und Keimwülsten, und weiter hinten zwischen dorsalen und ventralen Schenkeln der Kopfwülste sich durch den ganzen Kopf hindurch verlängert. Wenn auch in der Tiefe eine scharfe Grenze zwischen Vorderkopf und Kopfwülsten nicht besteht, so lässt sich doch die oben angedeutete Trennung der Zellenmasse des Kopfes in drei Theile recht wohl erkennen: die zwei Kopfwülste, welche halbkreisförmig gebogen verlaufen, so dass Anfang und Ende dicht übereinander zu liegen kommen, und der Vorderkopf, der keilförmig bis zu unbestimmter Tiefe zwischen sie eingetrieben ist. Auf diese Weise sind endlich sämmtliche Urtheile gegeben, aus denen sich der Kopf des Embryo zusammensetzt: die Kopfwülste mit drei Paar Kopfanhängen, die Scheitelplatten mit dem Antennenfortsatz und der Vorderkopf. Das Ende des ersten Entwickelungsabschnittes ist damit erreicht.

Es bleibt noch übrig die Veränderungen zu schildern, welche sich inzwischen am Schwanzwulst zugetragen haben. Während der Differenzirung der Urtheile des Kopfes fährt derselbe fort zu wachsen und krümmt sich dabei immer tiefer in den Dotter hinein (Fig. 15 u. 19). Das Faltenblatt ist sehr leicht auf ihm zu erkennen, da es an dieser Stelle, anstatt sich zu verdünnen, an Dicke zunimmt und als ein ansehnlicher Wulst der Oberfläche der Keimwülste aufliegt. In der Profilansicht hat es fast den Anschein, als schlüge sich der Schwanzwulst selbst, nur um etwa die Hälfte verdünnt, wieder nach aussen um (*schf*), bei scharfem Zusehen aber gewahrt man deutlich, dass das scheinbar umgeschlagene Stück, an der Eihaut angekommen, nicht endet, sondern plötzlich sich verdünnend als Faltenblatt die Keimwülste überzieht (Fig. 15 u. 19). Vom Rücken betrachtet spannt sich das Faltenblatt als ein Bogen von bedeutender Dicke über den Schwanzwulst hin, und es bleibt nur eine schmale halbmondförmige Spalte zwischen den Flächen beider Theile

(Fig. 16). Sobald der Keimstreif sich in die Keimwülste getheilt hat, vergrössert sich diese Spalte und nimmt eine dreieckige Gestalt an (Fig. 23 *a*), zugleich aber bemerkt man eine Verdünnung des Faltenblattes. Diese ist nur scheinbar und wird dadurch hervorgebracht, dass der Schwanzwulst sich inzwischen stärker in den Dotter hineingekrümmt hat und eine dünnere Stelle des Faltenblattes an die Umbiegungsstelle gerückt ist. Sehr bald liegt das ganz verdünnte Faltenblatt an dieser Stelle, und wenn dann die Spaltung desselben sich bis hierher fortgesetzt hat, schwindet auch dieses und die Oberfläche der Keimwülste wird unmittelbar vom Dotter begrenzt. Nur der verdickte Theil des Faltenblattes, welcher dem Schwanzwulst aufliegt, bleibt ungespalten, und auf diesem Umstande beruht die Bildung der Afteröffnung. Ich anticipire, dass das in den Dotter gekrümmte Ende der Keimwülste sich noch mehr verlängert und so stark herumkrümmt, dass die sich zugekehrten Flächen dicht aufeinander zu liegen kommen (Fig. 22 *schw*, *schw'*). Aus dem umgeschlagenen Theil (*schw'*) wird die dorsale Hälfte des zwölften Leibessegmentes, der einzige Theil des Rückens, der schon in den Keimwülsten selbst seine Anlage findet. Wenn nun das Faltenblatt sich bis zu seinem verdickten Anfangstheil spaltet, muss die oben erwähnte dreieckige Rinne (Fig. 23 *r*) zwischen dem ungespaltenen Theil des Faltenblattes und dem umgeschlagenen Theil der Keimwülste (Rücken des zwölften Segmentes) nach aussen geöffnet werden. Leider ist die Lage dieser Theile der Beobachtung ungünstig, da sie gänzlich im Dotter vergraben sind; es lässt sich somit keine continuirliche Beobachtungsreihe von der Spaltung des Faltenblattes bis zur endlichen Afterbildung geben, Thatsache aber ist es, dass nach dem später zu beschreibenden Herabrücken des Schwanzendes nach dem spitzen Eipol die Afteröffnung sich an der Stelle befindet, an welcher früher der dicke Theil des Faltenblattes endete, und dass das Lumen des Hinterdarms in derselben Richtung liegt, in welcher die Rinne zwischen Faltenblatt und Keimwülsten verlief.

Am Ende der ersten Periode sind somit alle Haupttheile des Embryo in der Anlage vorhanden: die Urtheile des Kopfes mit ihren Anhängen, die ganze Bauchseite des Leibes als Grundlage der Körpersegmente, mit ihrer, den bilateralen Bau aussprechenden Theilung in die Keimwülste, der Schwanzwulst als Anlage des Hinterleibsendes. Zugleich sind die Oeffnungen gebildet (Mund und After), durch welche das später zu bildende Nahrungsrohr mit der Aussenwelt communicirt, sogar schon das Lumen von Vorder- und Hinterdarm als Rinnen wenigstens theilweise in der Anlage vorhanden. Die Aufgabe der nächsten Periode ist es nicht mehr neue Theile zu bilden, sondern die vorhandenen zu gliedern, zu bestimmten Gruppen zu ordnen, und der Embryonalanlage diejenige Lagerung zu geben, welche die Schliessung der Leibeshöhle durch Umwachsen des Dotters ermöglicht.

B. Zweite Entwickelungsperiode.

Die Zusammenziehung der Keimwülste.

Alle Veränderungen, welche innerhalb der zweiten Periode an dem Embryo sichtbar werden, beziehen sich mehr oder minder auf einen eigenthümlichen Process, welchem die Keimwülste unterworfen sind. Es tritt eine Zusammenziehung der Keimwülste in der Längsrichtung ein, welche zwar langsam und allmählich, aber stetig und sehr ausgiebig in ihrer ganzen Länge erfolgt, und welche damit endet, dass der Schwanzwulst an den spitzen Pol hinabrückt, während der dorsale Theil des Kopfes (die dorsalen Schenkel der Keimwülste mit den ihnen aufliegenden Scheitelplatten) sich weiter nach hinten wendet.

Als erste Folge dieser Zusammenziehung betrachte ich einen Vorgang, der sich der Beobachtung sehr leicht entzieht, wenn auch seine Folgen auffallend genug sind. Es ist dies eine nochmalige halbe Umdrehung des Embryo. Wir sahen die erste Umdrehung bei Gelegenheit des Reissens der Keimhaut und der Bildung des Keimstreifens vor sich gehen, und betrachteten sie als eine Folge des durch den plötzlichen Riss veränderten Gleichgewichtes des Eiinhaltes. Die zweite Umdrehung erfolgt ganz ebenso constant wie die erste, wie einfach aus dem Umstand hervorgeht, dass einige Zeit nach Beginn der Zusammenziehung der Keimwülste bei allen Eiern die convexe Eiseite zur Bauch-, die gerade zur Rückenseite geworden ist, während es sich vorher umgekehrt verhielt. Der Process der Umdrehung selbst ist schwer zu beobachten, da er sehr langsam vor sich geht, lässt sich aber mit einiger Geduld durch Beobachtung der Embryonaltheile in ihrer Lage zu den Eirändern sehr wohl verfolgen. In der Regel dauert er vier bis fünf Stunden und die Drehungsrichtung geht von Rechts nach Links, in einem Fall aber stellte sich die viel längere Umdrehungszeit von fast vierundzwanzig Stunden heraus, was ich indessen um so weniger als normal betrachten kann, als das betreffende Ei später nicht regelrecht sich weiterentwickelte. Die Figuren 24—27 sind dieser Beobachtungsreihe entnommen, die an ein und demselben in seiner Lage durch die Gallerte des Eierstranges fixirten Ei angestellt wurde. In diesem Fall begann die Umdrehung etwas früher, als gewöhnlich, wo sie erst dann eintritt, wenn die Differenzirung der Urtheile des Kopfes bereits beendet ist, und zuweilen noch später, wie aus Fig. 22 ersichtlich, wo trotz weit vorgeschrittener Ausbildung dieser Urtheile die Bauchseite des Embryo noch der geraden Eiseite anliegt. So viel steht fest, dass die Umdrehung immer in den Beginn der Zusammenziehung der Keimwülste fällt, sei es nun, dass sie zugleich mit dieser beginnt, sei es, dass sie erst etwas später eintritt. Da sie zugleich bei Weitem langsamer und unmerklicher vor sich geht, als die erste Um-

drehung, so liegt es nahe, sie mit der ebenfalls allmählich erfolgenden Zusammenziehung der Keimwülste in Causalnexus zu bringen. Offenbar wird durch die Zusammenziehung die grösste Masse des Embryo an der Bauchseite zusammengedrängt und als einfache mechanische Folge hiervon wird es zu betrachten sein, wenn diese sich an diejenige Eiseite begiebt, welche am meisten Platz darbietet, d. h. an die convexe.

Schon während der Drehung des Embryo beginnt eine weitere Wirkung der Zusammenziehung der Keimwülste einzutreten: die Vereinigung der Urtheile des Kopfes zu einer Gruppe, dem Kopf. Die Ventralschenkel der Kopfwülste und mit ihnen ihre drei paarigen Anhänge rücken allmählich nach vorn, während sich die dorsalen Schenkel mehr nach hinten überbeugen. Sehr bald bildet sich eine seichte Querfurche dicht hinter dem zweiten Maxillenpaar, welche die Grenze zwischen Kopf und Leib bezeichnet, und zu gleicher Zeit schnüren sich die Scheitelplatten nach hinten ab, indem die schmale Brücke, welche das den Keimwülsten seitlich aufliegende und bereits mit ihnen verschmolzene Faltenblatt mit den Scheitelplatten verband, entzwei reisst (vergl. Fig. 21 und 29); letztere stehen fortan mit dem Körpertheil der Keimwülste in keiner Verbindung mehr und stellen jetzt nach allen Seiten scharf begrenzte, fast viereckige Platten dar. Da dieselben dem dorsalen und mittleren Theil der Kopfwülste unmittelbar aufliegen, so müssen sie jede Lageveränderung derselben mitmachen, und da die Zusammenziehung der Keimwülste nicht von beiden Enden gegen die Mitte, sondern von hinten nach vorn erfolgt, so würden sie weiter nach vorn rücken müssen, wenn nicht, vermöge des schneckenförmig gewundenen Verlaufes der Kopfwülste deren vorderes Ende nach hinten gerichtet wäre und durch die Zusammenziehung also in dieser Richtung weitergeschoben würde. Die Scheitelplatten machen deshalb eine radförmige Bewegung, indem sie sich um eine Axe drehen, welche man sich durch ihre beiden Mittelpunkte quer durch den Kopf gelegt denken muss. Sie vergrössern sich zugleich gegen den Rücken hin und schliessen bald die schmale, mit freiliegendem Dotter gefüllte Spalte, welche in der Medianlinie bisher noch zwischen ihnen geblieben war. Die Drehung der Scheitelplatten und damit das Vorwärtsrücken der Kopfwülste selbst lässt sich sehr leicht durch die Lageveränderung des Antennenfortsatzes controliren, welcher gleich einem am Rande einer Scheibe befestigten Zeiger vorrückt, anfänglich noch hinter der Mundspalte steht, und schliesslich auf den Rücken an die Seite des Vorderkopfes zu liegen kommt (Fig. 21, 29—31 *at*). Es geht daraus hervor, dass die Scheitelplatten eine Drehung von etwa 45 Grad machen. Dies geschieht, ohne dass sie selbst oder ihr Anhang, der Antennenfortsatz, Gestalt und Grösse wesentlich veränderten.

Anders verhält es sich mit den Anhängen der Keimwülste. Wir sahen sie als nach aussen wachsende, quer den Keimwülsten aufgelagerte

Plättchen entstehen (Fig. 20 *md*, *mx*[1], *mx*[2]), sie besassen keinen der Mittellinie zugewandten Rand, sondern gingen ohne Grenze in die Keimwülste über. Sobald nun die Spaltung des Faltenblattes erfolgt ist und die Spaltränder sich seitlich zurückgezogen haben, beginnen die Anhänge gegen die Mittellinie hin zu wachsen und ihre vorher quere Lagerung in eine schräg nach innen und vorn gerichtete umzuwandeln (Fig. 24). Die Mandibeln erreichen zuerst die Mittellinie (Fig. 26 *md*), wo sie mit scharfem Rand aneinanderstossen, noch aber den Kopfwülsten dicht anliegen. Die beiden Maxillenpaare bekommen erst später einen freien Innenrand, wenigstens kann im Anfang der zweiten Periode ein solcher noch nicht unterschieden werden. Um diese Zeit lässt sich das Verhältniss der Kopfwülste zu Vorderkopf und Scheitelplatten, sowie ihre Lagerung im Kopf, wie sie oben beschrieben wurde, sehr schön erkennen. In der Halbprofilansicht (Fig. 28) treten die beiden ventralen Schenkel der Kopfwülste als zwei parallel nebeneinander herlaufende scharfe Contourlinien hervor (*vkw* und *vkw'*), ganz wie es auch am Körpertheil der Keimwülste der Fall ist. Seitlich liegen ihnen die drei Anhänge auf, deren vorderstes Paar die Mittellinie erreicht hat, unmittelbar vor diesen die Antennen (*at*, *at'*), unter welchen auf der dem Beobachter zugewandten Hälfte der Contour des Kopfwulstes in sanfter Biegung gegen den Rücken zu läuft (*mkw*). Zwischen der von den Antennen bedeckten Partie der Kopfwülste, an dem Punkt, wo dieselben auseinanderweichen, liegt die Mundspalte in der Tiefe, von der Seite her gedeckt durch das Mittelstück der Kopfwülste (*mkw*), welches an der Seitenfläche des Vorderkopfes nach dem Rücken sich wendet, um dort ziemlich scharf in den [dors]alen Schenkel (*dkw*) umzubiegen, und am hintern Ende des Kopfes [mit] einer Verdickung zu enden. Die Scheitelplatten bedecken den dorsalen und mittleren Theil der Kopfwülste fast vollständig, jedoch steht ihr vorderer Rand noch um Einiges vom Rand des letzteren (*mkw*) ab, was bei fortgesetzter Drehung der Platten sehr bald sich ändert, indem dann der Antennenfortsatz selbst an diese Stelle zu liegen kommt und den vordern Rand der Kopfwülste bei Weitem überragt. Der Verlauf des [letz]teren ist in diesem Stadium deutlicher als später, weil jetzt zwischen den beiden dorsalen Schenkeln (*dkw*) noch eine dünne Platte von Dotter liegt, während eine dickere Dotterlage die Grenzen zwischen ventralen und dorsalen Schenkeln markirt.

Das Vorrücken der Anhänge wird aus ihrer Lage zur Mundspalte ersichtlich. In Fig. 21 und 22 ist diese seitlich von den Antennen bedeckt, einige Zeit später rücken die Mandibeln an ihre Stelle (Fig. 30 *md*), heben sich zugleich von den Kopfwülsten ab und stellen frei aufgerichtete, vorn abgerundete Plättchen dar. Es leuchtet ein, dass mit dem Vorrücken der Anhänge auf der Kreisbogenbahn der Kopfwülste zugleich eine Veränderung in ihrer Lage zur Körperaxe eintreten muss, und in der That gehen dieselben aus der ursprünglich queren Lagerung

immer mehr in die Längsrichtung über; indessen ist die Zusammenziehung der Keimwülste doch nicht die einzige Ursache, welche diese Richtungsänderung veranlasst, sondern es kommt, sobald einmal der Kopf gebildet ist, auch noch ein eigenes, selbstständiges Wachsthum hinzu. Besonders auffallend tritt dies an den beiden Maxillenpaaren hervor. Aus dem hintern von ihnen (mx^2) soll die Unterlippe dadurch gebildet werden, dass es in der Medianlinie miteinander verschmilzt. Anfangs sind diese Anhänge als die kleinsten von allen noch erheblich weit von der Mittellinie entfernt (Fig. 30 mx^2), nach Bildung des Kopfes aber wachsen sie rasch gegeneinander und zugleich nach vorn, und indem sie das erste Maxillenpaar zwischen sich, den Mandibeln und dem ventralen Rand der Scheitelplatten einzwängen (Fig. 31 mx'), nöthigen sie demselben eine eigenthümlich gekrümmte, fast biscuitförmige Gestalt auf (Fig. 41—43). Sehr bald überragen sie das Maxillenpaar nach vorn und stossen in der Mittellinie zusammen; sie bedecken dann fast vollständig den ventralen Theil der Kopfwülste, ihre Basis steht dem hintern Rand des Kopfes auf, und nach vorn erreichen sie beinahe den Lippenrand der Kopfwülste (die Stelle, an welcher dieselben auseinanderbiegen und die Mundspalte zwischen sich lassen; Fig. 32 mx^2). In der Bauchansicht erkennt man, dass die Verwachsung der Maxillen von einer Umbiegung ihres Vorderrandes nach aussen begleitet wird, die ihnen eine leyerförmige Gestalt verleiht (Fig. 44 mx^2). Noch täuschender wird diese Aehnlichkeit dadurch, dass sich im Innern der Anhänge eine Spalte bildet, welche jederseits von der Basis aus bogenförmig nach vorn und etwas nach innen läuft (Fig. 43 *sp*), eine Andeutung der später allgemein eintretenden Differenzirung der embryonalen Zellenmasse in eine oberflächliche und tiefe Schicht. Uebrigens finden sich schon früher in den Anhängen und im Vorderkopf einzelne Zellen oder Zellengruppen, welche sich durch ihr Aussehen von der übrigen Zellenmasse unterscheiden. Im Vorderkopf bilden sie sich aus der Dotterspitze, welche anfänglich noch in denselben hineinragte und füllen die durch das Schwinden des Dotters entstandene Höhlung nur unvollkommen aus. Sie sind grösser als die übrigen Zellen, unregelmässig polygonal, und von starkem Brechungsvermögen, und erhalten sich in scharfer Begrenzung bis zur Zeit der histologischen Differenzirung der gesammten embryonalen Zellenmasse (Fig. 40—42). In den Kopfanhängen und Antennen liegen deren nur eine oder zwei, heben sich aber auch hier durch ihre centrale Lage, sowie meist durch einen schmalen, sie umgebenden Spaltraum deutlich hervor (Fig. 40 und folgende *Z*). Später verschwinden sie, ohne dass sich ihnen eine besondere Bedeutung zuschreiben liesse.

Während der Veränderungen, welche die Zusammenziehung der Keimwülste am Kopfe begleiten, bleibt der Vorderkopf, nachdem er einmal vollkommen von den Kopfwülsten abgeschnürt ist, in Lage und Gestalt fast ganz unverändert, die durch ihn gebildete vordere, oder besser

dorsale Wand der Mundspalte behält daher ihre ursprüngliche Lage bei und verändert sich nur insofern, als sie sich tiefer in den Kopf hinein erstreckt und am Ende dieser Periode fast bis an den hintern Rand des Kopfes reicht (Fig. 32). Auch die hintere oder ventrale Begrenzung der Mundöffnung, der oben erwähnte Lippenrand der Kopfwülste erleidet keine wesentliche Abänderung, jedoch erscheint er jetzt durch die in Folge der Zusammenziehung stärker hervortretende Wölbung der Kopfwülste herzförmig eingeschnitten (Fig. 40—42 *m*). Man könnte versucht sein, ihn für die Anlage der Unterlippe zu halten (wie dies von *Kölliker*[1]) auch wirklich so dargestellt worden ist), die weitere Entwickelung lehrt aber, dass er vom zweiten Maxillenpaar überwachsen und in die Tiefe gedrängt wird und so für die Bildung der äusseren Mundtheile jede Bedeutung verliert.

Es wurde oben gezeigt, wie der Kopf auf dem Rücken durch Nahtbildung der Scheitelplatten geschlossen wird. Dies gilt aber nur für den hinteren Theil, weiter vorn geschieht die Schliessung durch den Vorderkopf, der mit scharfer Spitze sich keilförmig zwischen die Scheitelplatten drängt und sich unter gabelförmiger Naht mit ihnen verbindet. Das keilförmige Stück wird später zum Schildchen (*Clypeus*), während aus dem vorderen Theil des Vorderkopfes sich die Oberlippe bildet. Am Ende der zweiten Entwickelungsperiode stellt der Kopf eine geschlossene Masse dar, welche etwa das vordere Drittel des Eies einnimmt, in den meisten Fällen aber das Ei nicht mehr ganz ausfüllt, sondern einen leeren Raum zwischen sich und den Eihäuten lässt. Er erscheint etwas nach rückwärts übergebeugt (Fig. 23), so dass sein hinterer Rand am Bauch weiter nach vornen steht als am Rücken; die drei Anhänge der Keimwülste umgeben die Mundspalte, während die Antennen (*at*) am dorsalen Rand des Vorderkopfes angelangt sind. Zwei kurze Dotterspitzen ragen in den Kopf hinein und zwischen ihnen im Bogen nach hinten ziehend zeigt sich die Verlängerung der Mundspalte: das Lumen des kurz darauf als selbstständiger Theil auftretenden Oesophagus (in Fig. 33 schon ausgebildet).

Während der Umwandlung des Kopfes treten am Körpertheil des Embryo Vorgänge ein, welche sich kurz in zwei Hauptmomente zusammenfassen lassen: die Bildung der Ursegmente und das Herabrücken des Schwanzwulstes in den hinteren Polraum. Die Segmentbildung beginnt mit der bereits erwähnten Abschnürung des Kopfes durch eine quere Furche. Unmittelbar nach diesem Vorgang und zuweilen gleichzeitig mit ihm erfolgt die Bildung der Ursegmente des Leibes (Fig. 29); rasch von vorn nach hinten vorschreitend zeigen sich in regelmässigen Abständen voneinander elf seichte Querfurchen, welche die Keimwülste in zwölf Segmente abtheilen, deren letztes den Schwanzwulst enthält und also

1) a. a. O. S. 5.

aus zwei mit ihren inneren Flächen aufeinanderliegenden Stücken der Keimwülste besteht. In reiner Profilansicht decken sich die Segmente beider Körperhälften vollständig, je mehr die Lage sich von dieser entfernt, um so weiter rücken die parallellaufenden Contouren beider auseinander. Es ist klar, dass diese segmentartigen Abschnitte der Keimwülste noch keine vollständigen Segmente sind, da sie nach dem Rücken zu noch vollkommen offen stehen; ich behalte deshalb den von *Zaddach* vorgeschlagenen, von *Leuckart* adoptirten Namen der Ursegmente (protozonites, *Claparède*) bei. Anfänglich sind dieselben von ziemlich bedeutender Länge, das sechste und siebente nimmt den hinteren Polraum ein (Fig. 29), durch die Zusammenziehung der Keimwülste verkürzen sie sich dann allmählich, und nacheinander treten das achte, neunte, zehnte und elfte Ursegment durch den Polraum auf die Bauchseite hinüber (Fig. 30—32), bis schliesslich der Schwanzwulst am spitzen Pol anlangt und denselben ausfüllt. Er allein ist vom Rücken her geschlossen und bildet somit ein vollständiges Segment. Die Entstehung desselben durch Verwachsung der gegeneinandergeklappten Enden der Keimwülste wurde bereits im ersten Entwickelungsabschnitt geschildert, sie fällt indessen in den zweiten und geschieht, während das Schwanzende nach dem hintern Pol hinrückt. Auf der Rückenfläche des zwölften Segmentes (des Schwanzwulstes) liegt die Afteröffnung (*a*), eine kurze Längsspalte, deren Ränder sich bald zu kleinen Längswülsten erheben (Fig. 35 *w*), das Ende desselben erscheint herzförmig eingeschnitten, da die Längsfurche zwischen den Keimwülsten sich auf den Rücken fortsetzt und bis zur Afteröffnung hinläuft. Der Umstand, dass das Lumen des Hinterdarmes als directe Fortsetzung dieser Furche erscheint, macht die Richtigkeit der oben aufgestellten Theorie über die Bildung der Afteröffnung und des Lumens des Enddarmes fast unzweifelhaft.

Ebenso einfach leitet sich die Entstehung der Locomotionswerkzeuge aus der Genese des zwölften Segmentes her. Die Larve von Chironomus hat zwei Paar Afterfüsse, ein hinteres liegt an der Hinterleibspitze und ein vorderes an der Bauchseite des ersten Körpersegmentes; die Anlage des hintern Paares ist in der eben erwähnten Spaltung des zwölften Segmentes gegeben, welche sich nur zu vertiefen braucht, um die Spitze des Segmentes in zwei conische Zapfen zu trennen, deren weitere Ausbildung zu schildern dem dritten Abschnitt vorbehalten bleibt. Auch die Anlage der vorderen Afterfüsse fällt noch in die zweite Entwickelungsperiode, indem sich der vordere Rand des ersten Ursegmentes zu einer breiten, aber niedrigen Falte erhebt (Fig. 32 *f*).

Ich habe noch des umgestaltenden Einflusses zu gedenken, den die Zusammenziehung der Keimwülste auf die Ausbreitung des Dotters ausübt. In dem Maasse als der Schwanzwulst sich vom Kopf entfernt und sich gegen das hintere Eiende hinbegiebt, tritt der Dotter am Rücken unmittelbar unter die Eihäute (Fig. 30—33) und nimmt nach vollendeter

Zusammenziehung der Keimwülste die ganze gerade Eiseite vom Kopf bis zum Schwanzwulst ein. Zugleich verändert er in diesem Raum seine Beschaffenheit, die braune Dotterflüssigkeit vermehrt sich auf Kosten der meist in der Tiefe gelegenen grossen Fettkugeln. Im Schwanzwulst selbst, d. h. im zwölften Segment liegt gar kein Dotter mehr, höchstens reicht noch eine kurze Spitze zwischen die beiden noch nicht ganz vollständig verwachsenen Hälften desselben hinein (Fig. 31 und 32), sonst aber zieht sich die früher bei Gelegenheit der Bildung der Keimwülste beschriebene mediane Dotterfirste an der ganzen Innenfläche der Keimwülste hin, und endet nach vorn als die der Bauchseite zunächst liegende Dotterspitze im Kopf. An Höhe hat dieser Dotterstreif bedeutend zugenommen, da die Keimwülste sich während der Bildung der Ursegmente auf Kosten der seitlichen Partieen des Dotters vergrössert haben, und den in der Mittellinie gelegenen Dotterstreif in grösserer Ausdehnung umfassen. Diese Verdickung der Ursegmente auf Kosten der seitlichen Dotterpartieen geschieht in der Weise, dass zu beiden Seiten der medianen Dotterfirste ein schmaler, ihr parallellaufender Dotterstreif unverändert liegen bleibt. Ich nenne ihn den *lateralen Dotterstreifen* (Fig. 34 *ld*) im Gegensatz zu dem unpaaren medianen; er besteht aus denselben Elementen, wie letzterer, nur fehlen grössere Fettkugeln, welche durch eine Menge kleiner Tröpfchen ersetzt sind. Diese drei Dotterstreifen, sammt ihren Ausläufern in den Kopf wandeln sich später direct in Zellen um, sei es noch während der embryonalen Periode, sei es erst im Beginn des Larvenlebens; aller übrige Dotter ist bestimmt, in den Mitteldarm einzutreten, und erst von hier aus als Ernährungsmaterial dem Embryo und später der jungen Larve zu dienen.

C. Dritte Entwickelungsperiode.

Von der Beendigung der Zusammenziehung der Keimwülste bis zum Ausschlüpfen des Embryo.

Wie die erste Periode sich durch die Anlage der Urtheile des Larvenkörpers charakterisirte, so war es die Aufgabe der zweiten, die noch weit auseinanderliegenden Theile zu bestimmten Gruppen zu vereinigen, die Anlage des Bauchs in regelmässige Abschnitte zu gliedern und sämmtliche Theile des Embryo in eine Lage zu bringen, welche sie befähigt, die noch bevorstehenden Umwandlungen einzugehen, und welche im Wesentlichen bis gegen das Ende der embryonalen Entwickelung beibehalten wird. Der Kopf ist gebildet und seine einzelnen Theile befinden sich in einer der definitiven sehr nahe kommenden Lage, der Mund und das Lumen des Vorderdarmes sind angelegt, und wie das Vorderende des Körpers der Kopf, so befindet sich auch das Hinterende als geschlossenes Ganze an dem Ort seiner definitiven Bestimmung; die Afteröffnung und

eine Spalte als Lumen des Hinterdarmes bereiten auch hier die Bildung des Darmtractus vor, dessen mittlerer Theil noch aus einer freien, seine Form schon vollständig darstellenden Dottermasse besteht. Die Ursegmente bilden die Grundlage der homologen Abschnitte des Larvenkörpers und die Locomotionsorgane zeigen sich in ihrer Entstehung als paarige Auswüchse an dem ersten und letzten dieser Abschnitte. Die Aufgabe der dritten Periode ist es, den bereits richtig gruppirten Theilen ihre definitive Form zu geben, zugleich aber die bisher gleichförmigen Zellenmassen in eine oberflächliche und eine tiefe Schicht zu theilen, aus welchen dann einerseits die Haut und das Muskelsystem, andererseits die inneren Organe: Nervensystem und Darmtractus sich bilden. Während der Ausbildung der inneren Organe wird die bisher noch offene Leibeshöhle nach dem Rücken hin geschlossen. Die Bildungsthätigkeit dieser Periode ist zuerst eine organologische und dann eine histologische, es liessen sich demnach zwei Unterabtheilungen unterscheiden, in deren erster sich die Organe aus noch indifferenten Zellenmassen zusammensetzen, während in der zweiten diese Zellenmassen histologische Charaktere annehmen. Praktisch ist indessen diese Eintheilung nicht durchzuführen, da die verschiedenen Organe in ihrer histologischen Umwandlung nicht gleichen Schritt halten, und ausserdem bei vielen der Zeitpunkt sich gar nicht bestimmen lässt, von welchem an die embryonalen Zellen den Charakter eines bestimmten Gewebes annehmen. Den letzten Theil dieser Periode bezeichnet ein Wachsen des gesammten Embryo in die Länge, durch welches das Missverhältniss in der Grösse des Kopfes und Leibes einigermaassen ausgeglichen wird, die inneren Organe, vor Allen der Darmcanal, die zu ihrer bald beginnenden Thätigkeit nöthigen Proportionen annehmen, und ausserdem dem Embryo die zur Sprengung der Eihüllen erforderliche Kraft verliehen wird.

Ich beginne mit der Metamorphose des Kopfes und seiner Anhänge. Wir sahen, wie am Ende der zweiten Periode das hintere Maxillenpaar in der Mittellinie verwachsen war, und durch Umkrümmen seiner vorderen Enden nach aussen Leyerform angenommen hatte (Fig. 41 mx^2). Die zu einer Platte verwachsenen Maxillen bedeckten von hinten her den Bauchtheil der Kopfwülste, liessen aber die vorderste, unmittelbar vor der Mundspalte gelegene Partie derselben noch frei, welche in der Bauchansicht als lippenförmig eingeschnittener Doppelwulst vor ihrem vorderen Rand deutlich hervortrat (*kw*). Indem jetzt die nach aussen gekrümmten lappigen Seitentheile (*l*) sich mehr aufrichten und das ganze Maxillenpaar nach vorn wächst, überragt es bald den Lippenrand der Kopfwülste, ohne indessen mit ihm zu verschmelzen, wie durch Senkung des Tubus leicht constatirt werden kann (Fig. 42 mx^2). Zugleich rücken die Seitenlappen (*l*) der Maxillen näher zusammen, spitzen sich nach vorn zu (Fig. 33 und 34), verschmälern sich, und verschmelzen endlich in der Medianlinie zu einem herzförmig eingeschnit-

tenen Lappen (Fig. 43 *l*), der als die eigentliche Unterlippe sich vom Basaltheile der Maxillen, dem Kinn der Larve scharf abgrenzt. Letzterer hat die Form eines Halbkreises und zeigt zu dieser Zeit bereits sehr deutlich eine Trennung der Zellenmasse in eine tiefe und oberflächliche Schicht, nachdem er anfänglich sich von den unter ihm gelegenen Kopfwülsten gar nicht abgegrenzt und mit ihnen eine einzige Masse gebildet hatte. Zwischen der oberflächlichen und der tiefen Schicht entsteht eine Spalte, die sich im Laufe der Entwickelung noch erweitert und sowohl im Profil, als auch in der Bauchansicht im ganzen Umfang des Basalstückes wahrgenommen wird, im letzteren Fall als zwei schmale, meniscusartige helle Räume (Fig. 43), zwischen welchen die tiefe Zellenmasse als eine grosse, breite, kuglige Masse liegt. Letztere ist nichts Anderes, als das zweite Ganglion des sich bildenden Nervenstranges: das untere Schlundganglion (Fig. 33 sg^2). Zwischen Kinn und Unterlippe bleibt ein schmaler Streifen übrig, in welchem zwei kleine eiförmige Figuren auftreten, wahrscheinlich die Ansatzstellen zweier Muskeln im scheinbaren Querschnitt gesehen (Fig. 44 *b*). Die Unterlippe nähert sich nun immer mehr ihrer definitiven Form; der herzförmige Einschnitt des vorderen Randes verliert sich und wird zur einfachen geraden Querlinie, welche sich sehr verdünnt, später gegen die Mitte in stumpfem Winkel vorspringt (Fig. 44 mx^2), und auf welcher sich am Ende der embryonalen Periode, wenn die Zellenschicht der Haut eine zarte Chitinlage auf sich abscheidet, jederseits vier kleinere spitze Zähne, und in der Mitte ein grösserer, unpaarer Zahn erheben. Allmählich nimmt dann die vorher farblose Platte eine gelbliche bis braungelbe Färbung an, und stellt so die Form dar, wie sie während der ganzen Larvenzeit bestehen bleibt (Fig. 45 mx^2).

Die Unterlippe von Chironomus wird demnach unzweifelhaft durch Verwachsung der hinteren Maxillen gebildet, und ebenso verhält es sich, wie weiter unten gezeigt werden soll, bei Musca. Nachdem früher ganz allgemein die Unterlippe als das Product einer Verwachsung zweier Kiefer angesehen wurde, worauf schon ihre Gestalt und die paarigen Taster vieler Insecten hinwiesen, musste man nach *Kölliker's* Darstellung und Abbildungen von Chironomus, Simulia und Donacia [1]) glauben, dass der Lippenrand des Keimstreifens (der Keimwülste) selbst sich zur Unterlippe umbilde. *Zaddach* lässt nun für die Phryganeen keinen von beiden Modus gelten [2]). Er schreibt dem hinteren Maxillenpaar nur sehr geringen oder gar keinen Antheil an der Bildung der eigentlichen Unterlippe zu und lässt nur die Endglieder derselben sich zu den Lippentastern umwandeln. Nach seinen Beobachtungen besteht »der ganze Theil, der bei den Insecten und ihren Larven als Kinn und Unterlippe bezeichnet

1) De prima insectorum genesi. Taf. I. Fig. IV—VIII.

2) Entwickelung des Phryganideneies. S. 30 u. 31.

wird und wahrscheinlich auch die sogenannte Zunge aus einer tiefen Falte der Keimwülste selbst, zu der die Segmente der Oberkiefer und der beiden Unterkieferpaare beitragen, und nur, weil diese aus zwei nebeneinanderliegenden Strängen gebildet werden, erscheint auch die Unterlippe aus zwei seitlichen Theilen zusammengesetzt. Die Gliederung in Kinn und Unterlippe entsteht erst später und steht mit der ursprünglichen Segmentbildung an diesem Organ in keinem Zusammenhang«. Mit letzterem Satz stimmt meine Darstellung überein, ersteren aber muss ich für die Dipteren wenigstens entschieden in Abrede stellen und für die Hemipteren scheint er ebensowenig gültig zu sein. *Huxley*[1]) sah die rüsselartige Unterlippe von Aphis durch Verschmelzung des zweiten Maxillenpaares zu Stande kommen und suchte vergeblich nach einem Anhalt für die Ansicht *Zaddach's*. Ich glaube mich übrigens um so weniger berechtigt, einen Beobachtungsfehler bei *Zaddach* vorauszusetzen, als neuerdings *Claparède*[2]) die Unterlippe der Spinnen ebenfalls aus einem unpaaren medianen Theil, dem hintern Rand der »plaque épichilique« entstehen lässt und wäre eher geneigt anzunehmen, dass der Theil, den wir bisher Unterlippe nannten, nicht überall dieselbe morphologische Bedeutung hat.

Während das hintere Maxillenpaar zur Unterlippe verschmilzt, verlässt das vordere mit seiner Basis den hinteren Kopfrand und rückt an der Seite der Unterlippe nach vorn, um dieselbe schliesslich zu überragen (Fig. 41 u. 44 *mx'*). Es verliert dabei seine frühere Biscuitform; seine Ränder, soweit sie nicht frei in die Höhe ragen, verwachsen mit den anliegenden Theilen, dem Kinn und den Scheitelplatten, sein vorderer Rand verbreitert sich und theilt sich durch eine Längsspalte in zwei ungleiche Hälften. Die innere und kleinere legt sich als oblonges Plättchen an die innere Seite des Kinnes, um an der Begrenzung des trichterförmigen Mundeinganges Theil zu nehmen (Fig. 44 *in*), die äussere verbreitert sich, nimmt eine kegelförmige Gestalt an und bildet auf ihrer Spitze eine kreisrunde Abstutzung, innerhalb deren eine Anzahl kurzer, starrer Borsten sich erheben (Fig. 44 *ext*). Während also die innere, den Maxillen entsprechende Hälfte verkümmert, entwickelt sich die äussere zu einem kegelförmigen T a s t e r, welcher zu Seiten und etwas vor der Unterlippe steht, so dass seine Basis sich noch etwas an der inneren Fläche derselben hinerstreckt (Fig. 45 *mx'*).

Die Umwandlung der M a n d i b u l a r a n h ä n g e zu ihrer definitiven Form ist einfacher; sie spitzen sich zu und krümmen sich schnabelförmig nach innen gegeneinander (Fig. 43 und 44 *md*). Einige Zeit vor dem Ausschlüpfen der Larve chitinisiren sie und erhalten dabei an ihrem Innenrande drei spitze Zähne (Fig. 45 *md*).

1) On the Agamic Reproduction and Morphology of Aphis. p. 224.
2) a. a. O. S. 54.

Der Antennenfortsatz, welcher seine Lage am Rücken des Vorderkopfes beibehalten, verschmälert sich an seinem vorderen Theil, und wächst in eine kurze, borstenförmige Antenne aus, deren Gliederzahl während der Embryonalzeit selbst bei starker Vergrösserung schwer zu erkennen ist (Fig. 36 *at*). Die Antenne der Larve hat fünf Glieder, deren erstes so lang ist, als die folgenden zusammengenommen, deren zweites am Grund eine Borste trägt, welche fast bis an die Spitze der Antenne reicht.

Eine eigenthümliche Entwickelung erfährt der Vorderkopf. Wie oben schon erwähnt, entsteht aus seinem hinteren Theil der Clypeus, welcher keilförmig zwischen die Scheitelplatten eingezwängt eine Gabelnaht auf der Rückenseite des Kopfschildes veranlasst (Fig. 35 *vk*). Der vordere Theil desselben wird zur Oberlippe, behält eine sehr bedeutende Grösse bei, bekommt eine starke Muskulatur und bildet ein wesentliches Glied des Kauapparates (Fig. 46 u. 48 *lb*). Zwischen Beiden bildet sich eine quere Furche, welche zur scharfen Kante wird, und der hintere Theil zerfällt durch zwei von den Seiten her vorspringende flügelförmige Fortsätze der Scheitelplatten wiederum in zwei Abtheilungen, deren vordere, eine querliegende rechtwinklige Platte, das sogenannte »untere Kopfschildchen« ist (Fig. 46 u. 48 *uk*), während die hintere eine rhombische Gestalt hat und dem eigentlichen Kopfschild entspricht (*cl*). Die Ränder dieses Rhomboids verdicken sich leistenförmig nach innen, vielleicht um den Muskeln als Ansatzpunkte zu dienen, und bilden so eine zierliche Figur, welche in späterer Zeit, wenn der Kopf ganz ausgebildet ist, weniger hervortritt, als zur Zeit ihrer Entstehung. Die Oberlippe behält die dicke, wulstförmige Gestalt bei, die der vordere Theil des Vorderkopfes von Anfang an hatte, trennt sich aber in ihrer ganzen Dicke vom hinteren Theil (Clypeus) ab; im Profil sieht man bei tiefer Einstellung deutlich eine scharfe Linie schräg von der Furche zwischen Oberlippe und Clypeus nach dem Eingang in den Schlund hinziehen (Fig. 48 *a*). Obere und untere Fläche der Oberlippe gehen mit sanfter Wölbung ineinander über, die untere wird schliesslich mit zwei Reihen kurzer, dicker, nach rückwärts gekrümmter Borsten besetzt (Fig. 45 *lb*), hinter welchen noch ein elliptischer Ring folgt, anfänglich aus den kleinen, körnerartigen Embryonalzellen bestehend, später aber chitinisirend unter Bildung verschiedentlicher Zacken und Zähnchen. Die Oberlippe macht bei der Larve die Bewegung von oben nach unten, ihre rauhe, mit verschiedenartigen spitzen Vorsprüngen besetzte Unterseite wirkt nicht allein beim Act des Beissens mit, sondern scheint auch bei der Locomotion eine Rolle zu spielen, indem die Larve ihre Kauwerkzeuge gebraucht, um die Wirkung des vorderen Afterfusses zu unterstützen und sich damit an den zufällig im Weg liegenden Gegenständen festzuklammern. Ich habe dies oft unter dem Mikroskop beobachtet, wo während des Umherkriechens im Wassertropfen die Kiefer der Larve sich fort-

während öffneten und schlossen, während die Oberlippe als Anticheir dienend eine auf- und zuklappende Bewegung machte.

Während so auf der Oberfläche des Körpers die der Ernährung dienenden Kauwerkzeuge ihrer Vollendung entgegengehen, bildet sich in der Tiefe des Embryo der Darmtractus aus. Wir sahen am Ende des zweiten Abschnittes die Bildung des Vorder- und Hinterdarmes durch nach aussen mündende Spalten vorbereitet, und es wurde bereits besprochen in welcher Weise sich diese Spalten bilden. Beide umgeben sich nach Beendigung der Zusammenziehung der Keimwülste, bisweilen auch schon etwas früher mit einer einfachen Schicht von Zellen, welche sich von denen der übrigen Embryonaltheile durch Grösse und Form, sowie durch ihre regelmässige Anordnung sehr deutlich abzeichnen, obwohl es keinem Zweifel unterliegt, dass sie nicht neu entstanden, sondern durch Umwandlung aus jenen hervorgegangen sind, und gewissermaassen einem Spaltungsprocess der sie umgebenden tiefen Zellenschicht ihren Ursprung verdanken. Der Vorder- wie der Hinterdarm erscheinen sodann als helle Spalten, eingefasst von zwei bandartigen Streifen relativ grosser, viereckiger Zellen, an welchen sich sehr wohl der röthliche, klare, kreisrunde Kern von dem homogenen, bläulich das Licht brechenden Zelleninhalt unterscheiden lässt (Fig. 33 *vd*). Diese Zellen sind nicht wesentlich verschieden von den übrigen Embryonalzellen, und wenn *Zaddach*[1]) von einer gänzlichen Umwandlung der Zellen in »Gewebe bildende Körner« spricht und dieser Beobachtung einen grossen Werth beilegt, so kann ich zwar zugeben, dass allmählich eine so erhebliche Verkleinerung der Zellen eintritt, dass sie stark lichtbrechenden Körnern gleichen, muss aber jede weitergehende Bedeutung dieser Thatsache in Abrede stellen. Die scheinbaren Körner sind Zellen, und es hängt lediglich von ihrer absoluten Grösse ab, welche wiederum von der Grösse des Embryo abhängig zu sein scheint, ob die Erkenntniss ihrer zelligen Natur leichter oder schwieriger ist. Bei der Entwickelung von Musca vomitoria wird dies vollends klar werden.

Während so die beiden Endtheile des Darms sich durch Umhüllung einer Spalte mit bereits vorhandenen, nicht erst neugebildeten Zellen bilden, entsteht der Mitteldarm unabhängig von jenen auf ganz verschiedene Weise, wahrscheinlich durch Umhüllung des Dotters mit einem Blastem, aus welchem sich Zellen bilden. Die Dottermasse, welche bestimmt ist in den Mitteldarm einzutreten, welche gewissermaassen die Form ist, über welche die Wandung des Mitteldarms gegossen wird, befindet sich an der Rückenseite des Embryo in dem freien Raum zwischen dem hinteren Rand des Kopfes und der Hinterleibspitze, und reicht in die Tiefe bis nahe an die innere Fläche der Keimwülste, von welcher sie nur durch die mediane Dotterfirste getrennt wird. Im Anfang der dritten

1) a. a. O. S. 24.

Entwickelungsperiode, kurze Zeit nach der Bildung des Vorder- und Hinterdarms umgiebt sich diese Dottermasse mit einer dünnen, hellen Schicht (Fig. 33 *bl*), welche sich auf ihrer ganzen Oberfläche, soweit dieselbe der Beobachtung zugänglich ist, zu gleicher Zeit auflagert. Da um diese Zeit die Schliessung des Rückens noch nicht erfolgt ist, und also in dem Umfang des zum Mitteldarm werdenden Dotters keine Zellen sich befinden, von denen aus sich ein Ueberzug über ihn hinziehen könnte, und da ausserdem an der hellen Schicht auf der Oberfläche des Dotters keine zellige Structur zu erkennen ist, dieselbe auch viel dünner ist, als eine Lage von Embryonalzellen sein würde, so muss geschlossen werden, dass die Wandung des Mitteldarms durch freie Zellenbildung entsteht. Auch *Zaddach*[1]) wurde zu dieser Ansicht geführt, obwohl er directe Beobachtungen über die Bildung des Dottersackes nicht besass; sie gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch die Wahrnehmung, dass die Wandung sich allmählich auf Kosten des eingeschlossenen Dotters verdickt (Fig. 37), und dann erst aus Zellen zusammengesetzt erscheint. Bei Chironomus können diese zwar nicht deutlich erkannt werden, sind aber bei grösseren Insecten (Musca) leicht nachzuweisen.

Ueber die Bildung des Dottersackes weichen die Ansichten der Autoren ziemlich weit voneinander ab.

Zaddach und *Leuckart*[2]) stimmen insoweit überein, als Ersterer bei den Phryganeen, Letzterer bei den Pupiparen allen Dotter in den Mitteldarm eintreten lässt, weichen aber insofern voneinander ab, als *Zaddach* die Wandung durch freie Zellenbildung entstehen sah, während *Leuckart* die Bauchwand des Dottersackes früher als die Rückenwand beobachtete und sie als eine isolirte Schicht des »Muskelblattes« betrachtet, entstanden durch eine Fortsetzung desselben Spaltungsprocesses, aus welchem er auch die Bildung des Vorder- und Hinterdarms herleitet. Auch *Kölliker*[3]) sah, sowohl bei Chironomus als bei Simulia die Bauchwand zuerst entstehen und stimmt insofern mit *Leuckart* überein, mit dessen Anschauungsweise von der Entstehung dieser Wandung nur die Angabe *Kölliker's*, dass zwischen der Wandung und der Zellenmasse des Embryo noch ein Dotterstreif trennend liegen bleibt, wenig verträglich ist. Wie oben gezeigt wurde, ist indessen diese Beobachtung *Kölliker's* vollkommen richtig: bei Chironomus wird die Bauchfläche des Dottersacks von den Keimwülsten durch die mediane Dotterfirste getrennt, welche vom Kopf bis in's zwölfte Segment sich zwischen Beiden hinzieht. Folgt hieraus auch nur, dass es sich bei Chironomus in dieser Hinsicht anders verhält als bei den Phryganeen und Pupiparen, so ist doch die hier nicht zu bezweifelnde Thatsache der Absperrung des Dottersacks von den Zellenschichten der Keimwülste ein schwer wiegender Einwand gegen

1) a. a. O. S. 40.
2) Entwickelungsgeschichte der Pupiparen. S. 78.
3) a. a. O. S. 6.

die Ansicht, als bilde sich die ventrale Wand des Mitteldarms durch Abspaltung von der tiefen Lage der Keimwülste.

Der Dottersack nimmt anfänglich die ganze Breite des Eies ein, ist oval und reicht vom hintern Rand des Kopfes bis in's zehnte Segment. In der Rückenlage (Fig. 35) bemerkt man oft deutlich den Uebergang seiner hellen Wandung in den Enddarm, dessen Zellenschicht dieselbe an Dicke bedeutend übertrifft. Erst später, wenn auch jene eine zellige Structur annimmt, besitzen die Wände beider Darmtheile gleiche Dicke (Fig. 35 u. 37).

So steht die Bildung der Endtheile des Darms zeitlich zwar nur wenig entfernt von der des Mitteldarms, ihrem Wesen nach aber ist sie gänzlich verschieden von dieser, wie dies auch bereits von *Leuckart*[1]) ausgesprochen worden ist. Vorder- und Hinterdarm bilden sich als einfache Zuleitungsröhren zu dem Mitteldarm, der schon durch sein enormes Volumen und mehr noch durch seine ganz selbstständige Bildungsgeschichte als der Hauptheil des Verdauungsapparates sich geltend macht. Später ändern sich die Grössenverhältnisse der einzelnen Darmtheile zu einander, Vorder- und Hinterdarm strecken sich in die Länge, ersterer entwickelt sich zum Schlund, der Speiseröhre und dem Vormagen, letzterer zum eigentlichen Darm und zum Rectum, während der Mitteldarm zwar nicht an Länge, aber sehr viel an Breite abnimmt und den vom Vormagen bis zur Einmündung der *Malpighi*'schen Gefässe reichenden Chylusmagen darstellt. Die Bildung der *Malpighi*'schen Gefässe lässt sich bei Chironomus nicht beobachten; dass sie nicht vom Mitteldarm ausgeht, kann schon aus der Mündungsstelle der Gefässe bei der jungen Larve geschlossen werden, und aus dem Umstand, dass bei dieser der Chylusmagen bis dicht oberhalb der *Malpighi*'schen Gefässe mit Dotter gefüllt ist, während diese selbst, ganz wie die übrigen Theile des Tractus ein vollkommen klares Lumen besitzen.

Zu gleicher Zeit mit dem Darm bildet sich die Leibeshöhle des Embryo, indem die Ursegmente den Dottersack umwachsen, sich gegen den Rücken hin verlängern, um in der Mittellinie desselben zusammenzustossen und miteinander zu verschmelzen. Diese Schliessung der Segmente schreitet von hinten nach vorn vor, so dass die hinteren Segmente früher den Rücken erreichen als die vorderen. Anfänglich ist von einer regelmässigen Gliederung am Rücken nichts zu sehen; eine wulstige, nicht sehr dicke, vielfach gefaltete Zellenschicht bedeckt den Dottersack (Fig. 36), später aber lassen sich die Querfurchen der Segmenträder auch hierhin verfolgen, wenn sie auch stets etwas dicht an- und übereinander gedrängt sind, die Folge ihrer Lagerung an der kürzeren (geraden) Eiseite. Dass mit der Schliessung der Leibeswand die Bildung des Rückengefässes zusammengeht, ist zwar wahrscheinlich,

1) a. a. O. S. 77.

allein der Vorgang entzieht sich gänzlich der Beobachtung. An der frisch ausgeschlüpften Larve ist das Rückengefäss in schönster Ausbildung und Thätigkeit zu beobachten.

Die Bildung selbstständiger Wände um die Spalten des Vorder- und Hinterdarmes bezeichnet den Anfang der organologischen Differenzirung der embryonalen Zellenmassen. Dieselben trennen sich in eine oberflächliche und eine tiefe Schicht, aus ersterer entstehen Haut und Muskeln, aus letzterer Darm und Nervensystem. Es ist hier der Ort auf die *Zaddach*'sche Blättertheorie zurückzukommen. Es fragt sich, ob die jetzt auftretende oberflächliche Zellenschicht identisch ist mit der oberflächlichen Zellenlage der ersten Periode, dem Faltenblatt, ob demnach dieses ein Hautblatt im *Zaddach*'schen Sinne genannt werden kann. Ich muss dies entschieden verneinen, da sich weder eine Continuität zwischen Faltenblatt und Hautschicht der dritten Periode nachweisen lässt, noch diese letztere die Charaktere besitzt, die sie zu einem Keimblatt machen würden. *Zaddach* lässt sein Hautblatt, nachdem die Anhänge des Kopfes und der Körpersegmente gebildet sind, von den Seitentheilen der Keimwülste, auf welche es in zwei Hälften getrennt sich zurückgezogen hatte, wieder gegen die Mittellinie hin wachsen und sämmtliche oberflächlich gelegenen Theile des Embryo, die ganze Bauchfläche mit ihren Gliedmaassen inbegriffen, von Neuem überziehen. Aus ihm bildet sich dann die Haut, während die Hauptmasse der embryonalen Anlage als »Muskelblatt« sich in Muskeln und Nerven trennt. Die Thatsachen, auf welchen diese Theorie fusst, scheinen mir bei Weitem nicht sicher genug, um so weitgehende Schlüsse zu tragen. Gerade der wichtigste Punkt, die Ueberwachsung des gesammten Embryo durch das Hautblatt tritt in der Darstellung *Zaddach's* viel mehr als ein Postulat der Theorie, denn als unbefangene Beobachtung auf. Verfasser schliesst aus dem Verschwinden einer Linie, welche eine Zeit hindurch die Grenze der zurückgewichenen Hälften des Hautblattes bezeichnete, dass dasselbe von Neuem gegen die Mittellinie gewachsen sei; eine Beobachtung dieses Vorganges wollte ihm nicht gelingen. Auch mir ist sie nicht gelungen, und ich ziehe aus dem Verschwinden der zarten Kanten des Faltenblattes den näher liegenden Schluss, dass dieselben mit den Keimwülsten verschmelzen. Eine Ueberwachsung sämmtlicher, zum Theil stark prominirender Theile durch das Hautblatt würde überdies auch grossen theoretischen Schwierigkeiten begegnen, da aus ein und demselben Blatt einerseits scharf abgegrenzte selbstständige Theile (die Scheitelplatten), andererseits ein allgemeiner Ueberzug sämmtlicher Theile sich bilden soll. Die Grenzlinien der Scheitelplatten müssten sich hierbei unfehlbar verwischen. Indessen entspricht auch die oberflächliche Zellenschicht der dritten Periode einem Hautblatt im *Zaddach*'schen Sinne keineswegs. Aus ihr bildet sich nicht nur die Haut, sondern auch der grösste Theil der Muskeln, während auf der anderen Seite das tiefe Blatt, wenn man

eine klumpige Zellenmasse mit diesem Namen belegen will, nicht nur Nervensystem und Wände des Darmes, sondern auch einen Theil der Muskeln aus sich hervorgehen lässt. Von Keimblättern in dem bei den Wirbelthieren gebräuchlichen Sinne kann demnach hier nicht die Rede sein. Die vorher gleichmässige Zellenmasse spaltet sich in zwei Hauptgruppen, eine oberflächliche und eine tiefe Schicht, und diese spaltet sich sodann weiter in die einzelnen Organe, die ihre Vollendung durch Annahme histologischer Charaktere erreichen.

Die Bildung der Ganglienkette beginnt im Kopf, zu ihrem Verständniss ist es nöthig die seitherigen Schicksale der Kopfwülste genauer zu verfolgen. Wir sahen, wie in der zweiten Periode das hintere Maxillenpaar zu einem leyerförmigen Stück verschmolzen, den ventralen Theil der Kopfwülste bedeckte mit Ausnahme des Lippenrandes derselben, der vor ihnen hervorragend die hintere Grenze der Mundspalte bildete. Später bedeckt die Unterlippe auch diesen noch freien Theil, und da sämmtliche Kopfanhänge zugleich mit ihr nach vornen wachsen, um von den Seiten her den Mundeingang zu umstellen, so werden dadurch die Kopfwülste in den hinteren Theil des Kopfes gedrängt, sie verschwinden in der Tiefe und lassen sich erst dann wieder deutlich erkennen, wenn die Differenzirung der Zellenmasse eintritt. Wie viel von ihnen an die oberflächliche Lage abgegeben und zur Muskelbildung verwandt wird, lässt sich nicht genau bestimmen, ein kleiner Theil hat sich auch zur Umhüllung der Spalte des Vorderdarms bereits von ihnen getrennt; sicher ist, dass die bei Weitem grösste Masse zur Bildung der beiden vordersten Ganglien, des oberen und unteren Schlundganglions, nebst der sie verbindenden Commissur verwandt wird. Die Gestalt der Kopfwülste ändert sich dabei nur unbedeutend und ganz allmählich, die Lage ihrer einzelnen Theile zu einander bleibt ganz dieselbe, die dorsalen Schenkel bilden das obere, die ventralen das untere Schlundganglion, und die den Schlund umfassenden Commissuren entstehen aus dem Verbindungstheil Beider (vergleiche Fig. 24 *vkw*, *mkw*, *dkw* u. Fig. 36 sg^1, sg^2). Die Bildung dieser Ganglien beginnt im Anfang der dritten Periode, fast zu gleicher Zeit mit der Bildung des Vorder- und Hinterdarmes, und sehr bald sind die beiden Ganglien bereits scharf begrenzt und lassen sich in jeder Lage des Embryo leicht erkennen.

Das untere Schlundganglion liegt direct unter dem Kinn (Fig. 33, 36, 39 sg^2) und ist in der Bauchansicht (Fig. 44 sg^2) in seinem hinteren Theil vom vorderen Afterfusspaar (f') bedeckt. Sehr gut markirt sich in dieser Lage die mediane Furche, die wie früher die Kopfwülste, so jetzt das Ganglion in zwei symmetrische Hälften theilt. Wird der Tubus gesenkt, so erkennt man in der Tiefe die beiden Hälften des oberen Schlundganglions (sg^1), deren jede von etwa birnförmiger Gestalt mit der Spitze nach vorn in die beiden Commissuren übergeht. Fig. 35 u. 37 zeigen das obere Schlundganglion vom Rücken her, wo der paarige

Bau sehr deutlich hervortritt. Auch nach dem Ausschlüpfen der Larve aus dem Ei lässt sich an der Form der beiden Ganglien ihre Entstehung aus den Kopfwülsten noch recht wohl erkennen. Sie sind dann noch mehr nach hinten gerückt, haben den Kopf verlassen und liegen im ersten Leibessegment; ihre Grösse hat sich vermindert und auch die Gestalt etwas verändert (Fig. 49 *A* u. *B*), sie erscheinen von den Seiten her abgeplattet und die Oeffnung zwischen den Schenkeln der Commissuren hat sich verengert, ihre Lage zu einander aber und zum Schlund ist ganz dieselbe wie die der Kopfwülste in der ersten Periode der Embryonalzeit.

Nicht lange nach der beginnenden Differenzirung im Kopf erfolgt derselbe Process am Körpertheil der Keimwülste; eine dünne, oberflächliche Schicht trennt sich mit scharfer Linie von der tiefen, welche letztere sich mit Ausnahme des zwölften Segmentes in der ganzen Länge und Dicke der Keimwülste zur Bauchganglienkette umwandelt. Es entstehen auf diese Weise elf Ganglien von einer im Verhältniss zum Embryo colossalen Grösse, welche die Form der Ursegmente vollkommen beibehaltend ohne Commissuren dicht aufeinandergepackt liegen und durch eine tiefe mediane Längsfurche auf ihrer Aussenfläche in symmetrische Hälften getheilt werden. Anfänglich liegt ihnen die oberflächliche Zellenschicht noch dicht auf (Fig. 36), allmählich aber hebt sie sich von ihnen ab und es bildet sich ein heller, nur von Flüssigkeit erfüllter Raum zwischen beiden (Fig. 39). Im Halbprofil erscheinen dann die symmetrischen Hälften der Ganglien, ganz wie früher die der Ursegmente als parallellaufende Linien, über welche die Haut, mehr oder weniger deutlich die Segmenteinschnitte beibehaltend, brückenartig hingespannt ist. In der Bauchansicht zeigen die Ganglien eine sehr bedeutende Breite (Fig. 38 g^1-g^{11}), sind fast von biscuitförmiger Gestalt und werden seitlich von einem schmalen, hellen Raum begrenzt, welcher dadurch entsteht, dass an den Seitenwänden des Embryo, die erst secundär durch Umwachsen des Dottersackes gebildet wurden, eine Spaltung in Schichten erst später eintritt.

An Beobachtungen über die Entstehung der Nervencentren bei den Insecten ist die Literatur nicht reich; *Kölliker* konnte die Ganglienkette weder im Embryo, noch in der jungen Larve von Chironomus zonatus wahrnehmen und auch *Zaddach* bietet über ihre Entstehung mehr Vermuthungen als directe Beobachtungen; er konnte die Ganglien nur dadurch sichtbar machen, dass er den Leib des Embryo durch Druck sprengte. Dabei traten häufig vier kuglige Zellenklumpen aus, welche er gewiss mit Recht für Bauchganglien ansprach. Wenn *Zaddach* mit *Rathke* schliesst, das Nervensystem bilde sich aus einer Partie der festen Bauchwand, so ist das zwar nicht erschöpfend, aber im Allgemeinen richtig und auch die Vermuthung, das Nervensystem bilde sich erst um die Mitte der Entwickelungszeit, kann ich bestätigen, wenn ich auch nicht

vermag ihm in die weiteren theoretischen Schlüsse zu folgen, wonach für jedes um diese Zeit noch selbstständige Segment der Keimwülste ein Ganglion entstünde und auf diese Weise sich erklären liesse, warum für die von dem genannten Forscher angenommenen fünf Kopfsegmente nur zwei Ganglien sich bilden. Dass nicht für jedes Segment der Keimwülste auch nothwendig ein Ganglion gebildet werden muss, geht aus der Thatsache hervor, dass dem zwölften Segment ein solches fehlt, und blos vom ersten bis eilften Leibessegment ein Ganglion sich vorfindet. So viel mir bekannt, ist *Leuckart* der einzige, der den Ganglienstrang der Insecten kurz nach seiner Entstehung in situ gesehen hat; er lässt ihn durch Isolation aus dem sogenannten Muskelblatt, d. h. also aus der tiefen Zellenschicht entstehen, eine Beobachtung, welche mit den meinigen in vollkommenem Einklange steht. Nach *Leuckart's* Zeichnungen[1]) scheint indessen bei den Pupiparen eine viel geringere Masse der Keimwülste in die Bildung der Nervencentren einzugehen, als bei Chironomus.

Aus den bei Chironomus gewonnenen Resultaten geht hervor, dass das Nervensystem sich direct aus den Doppelaxen der Embryonalanlage bildet, aus den Keimwülsten; der grösste Theil desselben ist potentia bereits im Keimstreifen enthalten.

Im Anschluss an die Nervencentren sei hier der Entstehung der Sinnesorgane gedacht. Die Larve hat zwei Paar einfache Augen, welche seitlich am Kopf hinter den Fühlern liegen und deutlich aus dem Nerven, einem lichtbrechenden Körper (Linse) und einer Pigmentschicht bestehen. Sie entstehen, wenn das Nervensystem bereits ausgebildet ist. Näheres über die Art und Weise dieser Entstehung zu erfahren, war nicht möglich, da die körnerähnlichen Embryonalzellen durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen die Beobachtung sehr erschweren. In der letzten Hälfte der dritten Periode zeigen sich auf der Rückenfläche des Kopfes, an den Seiten der Scheitelplatten je zwei blasse, gelbliche Pigmentflecken von unregelmässig rundlicher, oft fast halbmondförmiger Gestalt, deren Färbung im Laufe der Entwickelung an Intensität zunimmt und durch's Karminrothe in's Bräunliche übergeht, an denen sich aber weder zutretende Nerven, noch Linse erkennen lässt.

Noch weniger Aufschluss giebt die Beobachtung über die Bildung der Fühlerganglien, eines bei den Dipterenlarven, wie ich finde, sehr weit verbreiteten Tastorgans, ich verspare daher die Besprechung desselben auf die nachembryonale Zeit. (Siehe auch bei Musca vomitoria.)

Während der Ausbildung der inneren Organe vollenden sich am ersten und letzten Leibessegment die Locomotionsorgane. Im Anfang der dritten Periode bestehen die hinteren Afterfüsse aus zwei kurzen, conischen Zapfen, deren Entstehung oben beschrieben wurde. Der After liegt zwischen ihrer Basis in einer Grube, an der Grenze zwischen

1) a. a. O. Taf. II. Fig. 12.

Rücken und hinterer Fläche: die kleinen Längswülste, welche ihn seitlich begrenzten, haben sich in zwei Hälften getheilt, deren jede jetzt zu einem hohlen, fingerförmigen Anhang auswächst (Fig. 36, 37, 39 *az*). Wahrscheinlich dienen dieselben der Respiration, wie dies auch *Kölliker* annimmt.

Die Afterfüsse der Larve sind ungegliederte, cylindrische Fortsätze, deren querabgestutztes Ende napfförmig eingezogen und kegelförmig wieder vorgestülpt werden kann, und mit einer grossen Menge langer, hakig gekrümmter, starker Borsten besetzt ist. Beim Embryo zeigt sich bald auf der Spitze der conischen und soliden Zapfen eine napfförmige Einziehung, über welche sich eine klare, structurlose Membran wegspannt, wie das Fell über eine Pauke. Der Raum zwischen Beiden ist mit vollkommen durchsichtiger, structurloser Masse ausgefüllt, in ihm entstehen die Borsten, welche beim Ausschlüpfen der Larve durch Reissen der darüber ausgespannten Membran und Ausstülpen der napfförmigen Vertiefung mittelst Einpressen von Blut in den Afterfuss zu Tage treten. Das Einstülpen des Fusses geschieht durch besondere Muskeln, welche am Grunde des Napfes als lange, schmale Bänder bis an die Basis des Segmentes zurücklaufen. Sie entstehen aus der tiefen Zellenschicht des Segmentes, da, wie wir oben sahen, ein Ganglion im zwölften Segment nicht gebildet wird.

Die Bildung des vorderen Afterfusspaares ist der des hinteren ganz analog; die Bildung der Borsten lässt sich hier sehr genau beobachten. Bei der Larve sind die vorderen Afterfüsse in der Mittellinie verwachsen, demgemäss entstehen sie auch gemeinsam aus einer queren, vorn grade abgestutzten Falte, welche sich am vorderen Rand des ersten Segmentes erhebt, und etwa drei Viertel der Bauchseite desselben einnimmt (Fig. 33 *f'*). In der Falte tritt eine Zusammenziehung der Zellenmasse ein, in Folge deren sich eine einzige, grosse, napfförmige Vertiefung bildet, in der Bauchansicht als halbmondförmiger Ausschnitt erscheinend, den die Zellenmasse in nach vorn concavem Bogen begrenzt. Die Vertiefung ist auch hier mit einer structurlosen, klaren Masse ausgefüllt, welche von einer ebenfalls structurlosen Membran überspannt wird. Ehe noch in der Ausfüllungsmasse eine Differenzirung sichtbar wird, krümmt sich der Zellenwulst, welcher die napfförmige Aushöhlung bildet, nach vorn, und theilt so den halbmondförmigen Ausschnitt in zwei ebenso gestaltete Hälften (Fig. 43 *f'*). Der mediane Vorsprung wächst allmählich noch weiter nach vorn, erreicht aber nicht ganz die structurlose Membran, so dass also immer eine Communication zwischen beiden Näpfen bleibt. Unterdessen schiessen in der klaren Ausfüllungsmasse die Borsten an, wie Krystalle in der Mutterlauge. Man erkennt zuerst eine feine, sehr blasse und zarte Längsstreifung, welche sogleich in der ganzen Länge der zu bildenden Borsten entsteht, und fast den Eindruck einer feingefalteten Membran macht. Diese Streifen nehmen später an

Dicke und Deutlichkeit zu, und zeigen sich schliesslich als ziemlich dichtstehende, etwas gekrümmte, nach innen radienförmig zusammengelegte, und deshalb in spitzen Winkeln sich kreuzende Borsten, deren Enden den vorderen Rand der Fussfalte nicht ganz erreichen (Fig. 44 u. 45 *f'*). Die Muskeln des Afterfusses bilden sich, wie besonders an etwas grösseren Species von Chironomus beobachtet werden kann, aus dem oberflächlichen Blatt, welches sich hier ganz deutlich in Haut und Muskeln trennt. Ueber die Entstehung der Letzteren histiologisch genaue Rechenschaft abzulegen, ist bei der Kleinheit der Gebilde nicht wohl möglich; Querstreifung besitzen die embryonalen Muskeln noch nicht, wohl aber habe ich deutlich kleine Kerne in ihnen wahrgenommen (Fig. 39 *ms*). Die Muskeln des Leibes und die des Kopfes bilden sich zu derselben Zeit.

Der Embryo ist jetzt so weit ausgebildet, dass man ihn für fähig zum Ausschlüpfen halten sollte. Die äussere Form des Körpers ist der der Larve ähnlich, die Leibeshöhle ist geschlossen, die inneren Organe sämmtlich angelegt, und die Bewegungsorgane vorhanden; wirkliche Bewegungen aber mangeln noch, und der Embryo muss noch volle vier und zwanzig Stunden ausharren, ehe er im Stande ist, sich aus den Eihüllen zu befreien. Die Hauptveränderung, welche in dieser letzten Zeit an ihm vorgeht, ist ein Wachsen des ganzen Körpers in die Länge, verbunden mit einer Abnahme im Dickendurchmesser. Bisher füllte der Embryo die Eihüllen bei weitem nicht mehr aus (Fig. 39), es blieb am Kopfende ein grosser Raum leer, und nur die innere Eihaut, die sehr zarte und durchsichtige Membrana vitellina umschloss den Embryo unmittelbar. In Folge des Längenwachsthums und der daraus resultirenden Krümmung des Embryo reisst die Dotterhaut entzwei, und der Embryo legt sich dicht an das Chorion an. Er nimmt dabei eine eigenthümliche, korkzieherartig gewundene Lage an, die allmählich und offenbar rein mechanisch durch die zunehmende Länge des Körpers hervorgebracht wird. Die Bauchseite des Kopfes und der vorderen Segmente tritt dabei wieder auf die gerade Eiseite (Fig. 50), nimmt aber auch Theil an der in zwei Spiraltouren stattfindenden Aufrollung des Körpers. Das äussere Ansehen desselben verändert sich in sofern, als es mehr wurmförmig und gestreckt wird, zugleich scheidet die Zellenlage der äusseren Haut eine feine Chitinschicht auf sich ab, und es entstehen scharfe Grenzlinien am Kopf, die Gliederung der Antennen, die Zähne der Mandibeln und der Unterlippe treten scharf hervor, und eine quere Kante zieht sich vom Kinn an der Seite des Kopfes nach der Basis der Antennen. Wahrscheinlich fällt auch in diese Zeit die Bildung zweier conischer Zapfen auf dem Rücken des elften Segmentes, auf deren Spitze fünf bis sechs lange, dünne Borsten eingepflanzt sind. Sie dienen der Larve als Tastorgane, wie ein in ihrer Basis gelegenes Ganglion beweist.

Die Veränderungen der inneren Organe lassen sich in dieser letzten

Periode nicht verfolgen, da der Dotter dieselben zu sehr verdeckt. Schon bei der Umwachsung des Dottersacks durch die seitlichen Theile der Ursegmente begann der freie Dotter, vor Allem der noch sehr mächtige mediane Dotterstreif an die Seiten und gegen den Rücken hin zu ziehen und sich mit den bereits seitlich gelegenen lateralen Dotterstreifen zu vereinigen. Kurz nach der Schliessung der Leibeshöhle findet sich noch kein Dotter am Rücken, später aber zieht sich von den Seiten eines jeden Segmentes bis auf den Rücken ein Ring von Dottermasse hin, während Dottersack und Ganglienkette nun unmittelbar aneinanderliegen (Fig. 39). Diese seitlichen Dotterringe verhindern in Verbindung mit der spiraligen Lage des Embryo die genaue Controlirung der Vorgänge im Innern, die sich erst nach dem Ausschlüpfen aus dem Bau der jungen Larve erschliessen lassen.

Nach Vollendung der spiraligen Aufrollung werden Bewegungen des Embryo, besonders am vorderen Afterfuss bemerklich, die Borsten desselben werden vorgestülpt und wieder eingezogen, der ganze Fuss vorwärts und zurück bewegt; bald auch öffnen und schliessen sich die Oberkiefer. Diese Bewegungen nehmen an Häufigkeit, wie an Stärke zu, und das Sprengen der Eihaut geschieht zweifellos durch Anritzen derselben mit den scharfen Oberkiefern, worauf der Druck des eine Spiralfeder darstellenden Körpers mit Leichtigkeit den Riss vollendet.

Die frisch ausgeschlüpfte Larve hat eine Länge von 0,51 Mm. Da die Länge des Eies nur 0,32 Mm. betrug, so muss also in dem letzten Theil der dritten Entwickelungsperiode der Embryo um 0, 19 Mm. gewachsen sein. Dem entsprechend haben sich auch die inneren Organe in die Länge gezogen, der Verdauungscanal hat sich gegliedert und seine einzelnen Abschnitte besitzen die Gestalt, welche sie im Wesentlichen während der Larvenperiode beibehalten. Der Tractus stellt einen geraden cylindrischen Schlauch dar, der wie bei den meisten Tipulidenlarven ohne Windungen, gestreckt in der Axe des Körpers verläuft. Schlund, Oesophagus und ein mit lappigen Ausstülpungen versehener Vormagen lassen sich leicht unterscheiden; ihre Wand besteht aus einfacher Lage heller Zellen. Sodann folgt vom dritten bis achten Segment der Chylusmagen, der sich aus der früheren Eiform in einen schlauchförmigen Cylinder umgewandelt hat, und noch mit grossen, gelben Dotterkugeln gefüllt ist, und schliesslich der Darm, in dessen vorderes Ende die *Malpighi*'schen Gefässe münden. Letztere besitzen ein relativ weites, und deutliches Lumen, ohne wahrnehmbaren Inhalt, die Zellen der dünnen Wandung sind stark in die Länge gezogen und von bläulicher Farbe. Auch die den After umstehenden vier fingerförmigen Lappen haben sich vergrössert, sie sind Schläuche, deren Lumen mit der Leibeshöhle direct communicirt, so dass das Blut in ihnen circuliren kann. Bei dem gänzlichen Mangel eines Tracheensystems, liegt die oben ausgesprochene Vermuthung nahe, dass sie der Respiration dienen, eine Ver-

muthung, die auch von den früheren Beobachtern [*Kölliker*[1]), *Verloren*] bereits aufgestellt wurde, und die dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass später, wenn die Larve eine bedeutendere Grösse erreicht, ohne dass ein im Verhältniss zur Körpergrösse stehendes Tracheennetz sich entwickelte, noch mehrere solche schlauchförmige, mit der Leibeshöhle communicirende Anhänge sich bilden. Von *Réaumur* sind sie bereits beschrieben worden und auch *Verloren*[2]) bildet sie ab; beiden Beobachtern scheint es aber nicht bekannt gewesen zu sein, dass sie der jungen Larve noch fehlen.

Die Speicheldrüsen lassen sich jetzt erkennen, als dreieckige Lappen, welche mit der Basis nach vorn gerichtet, unmittelbar hinter dem oberen Schlundganglion im zweiten Segment liegen. *Kölliker* hat bei Chironomus zonatus die Anlage derselben bereits im Embryo wahrgenommen, als rundliche, dem Oesophagus dorsal aufliegende Zellenhaufen[3]); bei den von mir beobachteten Species liess sich davon Nichts erkennen.

Auch der Nervenstrang ist dem allgemeinen Längenwachsthum gefolgt, und zwischen den einzelnen Knoten, welche früher dicht aufeinander lagen, haben sich doppelte Längscommissuren gebildet. Indessen steht die dadurch bewirkte Verlängerung der Ganglienkette weder im Verhältniss zur Verlängerung des Körpers im Ganzen, noch geschieht sie gleichmässig; während die meisten Knoten durch längere Commissuren verbunden werden, bleiben andere dicht aufeinander liegen. Das letzte Ganglion rückt um ein ganzes Segment weiter nach vorn, die Schlundganglien aber treten aus dem Kopf nach rückwärts und liegen jetzt zur Hälfte im ersten Leibessegment, um einige Tage später vollständig in dasselbe hinüberzutreten.

Nur kurz sei noch der blassen, bandförmigen Streifen gedacht, welche in der Leibeshöhle zu Seiten des Tractus liegen, und meist an jedem Segmentrand sich fadenförmig verdünnen. Sie sind Reste des Dotters, der ausser im Magen sich sonst nur noch in den Seitentheilen eines jeden Segmentes als eine rundlich zusammengeballte Masse verfindet; aus ihnen bildet sich der Fettkörper der Larve. Sie bestehen aus einer matten, bläulich schimmernden, homogenen Grundsubstanz, in welcher bald mehr, bald weniger grosse, braungelbe Dotterfettkugeln eingebettet sind. Die Contouren der bandartigen Lappen sind durchaus scharf, eine umhüllende Membran aber lässt sich nicht unterscheiden; was ihnen ein besonderes Interesse verleiht, ist der Umstand, dass später mit dem Verschwinden der Dotterkugeln helle Kerne in ihnen entstehen, um welche sich feines Fett hofartig ablagert. Es scheint sich hier eine der

1) a. a. O. p. 6.

2) Mémoire sur la circulation dans les insectes in Mém. cour. et Mém. de Sav. étrang. de l'Acad. de Belgique Tom. 19. Pl. II. Fig. 2.

3) a. a. O. Taf. I.

wenigen Stellen darzubieten, an welchen eine freie Zellenbildung in formlosem Blastem nachweisbar ist.

Sobald die junge Larve das Ei verlassen hat, schwimmt sie mit lebhaften Schlängelungen des Körpers im Wasser umher, um etwas später den Bau eines unbeweglichen Gehäuses zu beginnen.

Die embryonale Entwickelung von Chironomus dauert im Mai gewöhnlich sechs Tage, von denen die erste Entwickelungsperiode die ersten sechs und dreissig Stunden umfasst, die zweite den Rest des zweiten und den dritten Tag, und die dritte die übrigen Tage. Ich lasse eine kurze Zusammenstellung der Hauptentwickelungsmomente, wie sie sich auf die einzelnen Tage vertheilen, hier folgen. Da die Eier von Chironomus des Abends gelegt werden, so ist also der Tag von Abend zu Abend gerechnet.

Erster Tag: Bildung der Keimhaut, Reissen derselben, erste Umdrehung des Eiinhaltes und Bildung des Keimstreifens. Ueberwachsen desselben durch das Faltenblatt; die Keimwülste beginnen sich zu bilden.

Zweiter Tag: Spaltung des Faltenblattes, Vollendung der Keimwülste und Bildung der Urtheile des Kopfes (Hervorsprossen der Kopfanhänge, Abschnürung des Vorderkopfes von den Kopfwülsten und Bildung der Scheitelplatten). Anlage der Mund- und Afteröffnung. Ende der ersten Periode. — Beginn der Zusammenziehung der Keimwülste und zweite Axendrehung des Embryo, Vorrücken der Kopfanhänge, und Abschnürung des Kopfes gegen den Körpertheil der Keimwülste; Verwachsen der Scheitelplatten auf dem Rücken, und Schliessung des Kopfes. Bildung der Ursegmente.

Dritter Tag: Weiteres Vorrücken der Kopfanhänge, das hintere Maxillenpaar legt sich in der Mittellinie aneinander; die Spalte des Vorderdarmes verlängert sich durch den Kopf; auf dem Vorderrande des ersten Leibessegments die Falte des vorderen Afterfusses. Das Hinterleibsende kommt als geschlossenes zwölftes Segment im hinteren Polraum an. Ende der Zusammenziehung der Keimwülste und der zweiten Entwickelungsperiode.

Vierter Tag: Dritte Entwickelungsperiode; die Differenzirung in oberflächliche und tiefe Schicht beginnt; die Zellenschichten, welche die Spalten des Vorder- und Hinterdarmes umhüllen, verwandeln sich in selbstständige Wandungen; Bildung des Mitteldarmes (Dottersackes); Bildung der Ganglienkette; Zuspitzung der Oberkiefer und Antennen, und Vorrücken des ersten Maxillenpaares. Schliessung der Leibeshöhle am Rücken. Afterfüsse mit napfförmigen Gruben, in denen die Anlagen der Borsten.

Fünfter Tag: Trennung des Vorderkopfes in Oberlippe, unteres Kopfschildchen und Clypeus; Vollendung der äusseren Form der Kopfanhänge. Anlage der Augen. Histologische Differenzirung der oberflächlichen Zellenschicht in Haut und Muskeln. Vollkommene Ausbildung der Afterfüsse.

Sechster Tag: Ablagerung der äusseren Chitinhaut; Wachsen des Körpers in die Länge und spiralige Aufwindung desselben. Bewegungen. Am Ende des sechsten oder Anfang des siebenten Tages Sprengen der Eihäute und Ausschlüpfen der Larve.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren, bei denen nichts Näheres angegeben ist, sind bei 350facher Vergrösserung gezeichnet.

Tafel VII.

Fig. 1. Ei von Chironomus einige Stunden nach der Befruchtung. Das Keimhautblastem umgiebt den Dotter, grenzt sich aber noch nicht scharf gegen denselben ab; in dem durch die Zusammenziehung des Dotters frei gewordenen Polraume am hinteren Eiende vier Polzellen mit deutlichen Kernen; zwei von ihnen enthalten ausserdem noch ein Dotterkörnchen.

Fig. 1 *A*. Ein Stück des Keimhautblastems, in welchem in regelmässigen Abständen kuglige, klare Kerne.

Fig. 1 *B*. Zweitheilung einer Polzelle.

Fig. 2. Kuglige Zusammenziehung des Blastems um die Kerne; die Aufnahme der Zeichnung wurde von einer Hebung des Tubus begleitet, so dass drei übereinander liegende Reihen sich bildender Zellen eingezeichnet werden konnten.

Fig. 3. Die Keimhaut ist gebildet und besteht aus zwei scharf getrennten Schichten, deren äussere aus gegenseitig sich abplattenden und nicht mehr kuglig vorragenden Zellen, die innere aus homogenem Blastem (inneres Keimhautblastem) besteht. Am spitzen Pol liegen der Keimhaut die Polzellen auf.

Fig. 4. Die Zellen der Keimhaut sind auf Kosten der inneren Blastemschicht um's Doppelte ihrer Länge gewachsen, wobei zugleich ihre Kerne aus der kugligen in eine ovale Form übergegangen sind.

Fig. 5. Profilansicht. Die Keimhaut ist mehrschichtig geworden (Zellen nicht mehr angedeutet), sie beginnt sich zusammen zu ziehen; am spitzen Pol die Verdickung des Schwanzwulstes (*schw*), und eine mediane Furche auf der Aussenfläche der Keimhaut (*a*), welche in dieser Lage nur als dem Rand parallel laufende Linie in der Tiefe zu erkennen. Beginnende Verdünnung der Keimhaut bei *b* in der Mitte der geraden Eiseite.

Fig. 6. Dasselbe Stadium, Dorsalansicht. *schw* Schwanzwulst; *a* mediane Furche. Flaschenförmige Gestalt des Dotters, veranlasst durch die Verdickung der Keimhaut an beiden Polen; *kw* Kopfwulst.

Fig. 7. Profilansicht. Der Schwanzwulst (*schw*) hat sich bedeutend gegen das Kopfende hin vergrössert, theilweise überzogen von einer dünnen oberflächlichen Dotterlage (*d*). Auf dem Schwanzwulst erhebt sich die Schwanzfalte *schf*. Die Verdünnung bei *b* zugenommen.

Fig. 8. Schwanzwulst bis zur Mitte der Eilänge nach vorn reichend; die Verdünnung der Keimhaut bei *b* hat den höchsten Grad erreicht, die Schwanzfalte weiter nach hinten gewachsen.

Fig. 9. Das Ei in derselben Lage etwas später. Die Keimhaut ist gerissen und die Drehung des Eiinhaltes hat begonnen. *kk* Kopfkappe, *schw* Schwanzwulst, *schf* Schwanzfalte, *dsp* Spalte zwischen den Rissrändern.

Fig. 10. Dasselbe Ei nach vollendeter Umdrehung. Schwanzwulst jetzt an der convexen Eiseite, zugleich etwas weiter nach vorn gewachsen, Spalten an den Seiten hierdurch verlängert, en face gesehen von *u* förmiger Gestalt; *schf* Schwanzfalte, *vks* ventraler, *dks* dorsaler Schenkel des Keimstreifens; *dsp* Spalte zwischen den beiden Schenkeln, in welchen der Dotter frei zu Tage liegt.

Fig. 11—17. Zur Bildung des Faltenblattes nebst den sie begleitenden Veränderungen.

Fig. 11. Die Kopffalte erhebt sich (*kf*) am dorsalen Rande der Kopfkappe (*kk*) als ein Wulst von bedeutender Dicke; die Schwanzfalte (*schf*) steht noch auf der Dorsalseite des Keimstreifens. *dsp* Dotterspalte; eine dünne Dotterlage (*dl*) greift etwas auf die Oberfläche des dorsalen Schenkels des Keimstreifens über und verdeckt das Schwanzende desselben.

Fig. 12. Dorsalansicht desselben Stadiums. *kf* Kopffalte. Man erkennt hier noch deutlicher als in Fig. 11, wie der hintere Rand der Kopfkappe durch das Vorwachsen der Kopffalte in der Medianlinie nach vorn gezogen wird; die quere Dotterspalte (*dsp*) erhält dadurch die Gestalt eines sphärischen Dreiecks. Am spitzen Pol sieht man von oben auf die Schwanzfalte (*schf*).

Tafel VIII.

Fig. 13. Die Kopffalte (*kf*) hat sich weiter auf die Kopfkappe hinaufgezogen, die Schwanzfalte (*schf*) liegt als dünnes Blatt dem dorsalen Schenkel des Keimstreifens bis dicht vor dem Pol hin auf.

Fig. 14. Die Kopffalte (*kf*) ist auf die Ventralseite der Kopfkappe hinübergewachsen, die seitlichen Theile der Schwanzfalte (*schf*) reichen ebenfalls bereits auf den ventralen Schenkel des Keimstreifens hinüber. Die den dorsalen Schenkel theilweise bedeckende dünne Dotterlage (*dl*) hat sich mehr zurückgezogen und ein grösserer Theil des Schwanzwulstes wird sichtbar.

Fig. 15. Beide Falten haben sich auf den ventralen Schenkel hinübergezogen und ihre Ränder sind ineinander übergegangen; das Faltenblatt (*fb*) ist gebildet und bedeckt den grössten Theil des Keimstreifens; der noch nicht überzogene Theil (*fr*) hat eiförmige Gestalt (in dieser Ansicht nur zur Hälfte sicht-

bar). Die dünne Dotterlage (*dl*) auf dem dorsalen Schenkel des Keimstreifens ganz verschwunden, Schwanzwulst frei sichtbar, weiter nach vorn gewachsen; auf ihm der verdickte Anfangstheil der Schwanzfalte (*schf*), über ihn hinziehend der schmale Dotterstreif (*db*), welcher allein noch die dorsale und die seitlichen Dotterspalten (*dsp* und *dsp'*) verbindet; *sp* die flügelförmigen Seitenplatten der Kopfkappe.

Fig. 16. Entwickelung nur um Weniges vorgeschritten; Rückenansicht. Die flügelförmigen Seitenplatten (*sp*) der Kopfkappe haben die früher dreieckige dorsale Dotterspalte (*dsp*) in Verbindung mit dem Vorrücken des Schwanzwulstes bedeutend verengt und sie fast gänzlich abgeschnitten von den seitlichen, zwischen den beiden Schenkeln des Keimstreifens liegenden Dotterspalten (*dsp'*); *db* schmale Dotterbrücke zwischen beiden. An drei Stellen erkennt man das Faltenblatt: an der Kopfkappe als Ueberzug derselben, durch eine schmale, helle Spalte von ihr getrennt, an der Umschlagstelle des Keimstreifens am spitzen Pol, und auf dem Schwanzwulst, an der Stelle, wo dieser sich in den Dotter hineinkrümmt, und zwar an letzterem Ort als der später persistirende Theil der Schwanzfalte von bedeutender Dicke, und durch eine schmale, halbmondförmige Spalte von der Oberfläche des Keimstreifens getrennt. An der inneren Fläche des Keimstreifens bereits eine mediane Rinne, die Vorbereitung zur Bildung der Keimwülste, in welche sich der Dotter hineingezogen hat, bei *mdf* (mediane Dotterfirste) und *mdf'* sichtbar.

Fig. 17. Dasselbe Stadium; Ventralansicht; *fr* der vom Faltenblatt noch nicht überzogene eiförmige Raum.

Fig. 18. Profilansicht. In dem vom Faltenblatt (*fb*) noch nicht überzogenen Theil des Keimstreifens hat sich letzterer durch eine Furche auf der äusseren Fläche in die Keimwülste getrennt, deren Contouren *kw*, *kw'* einander parallel laufen, und erst bei *a*, *a'* wieder in e i n e Linie zusammenstossen, welche, bedeckt vom Faltenblatt, bis an den Rand der Kopfkappe und des Schwanzwulstes läuft. Faltenblatt (*fb*) am spitzen Pol durch eine schmale Spalte vom Keimstreifen getrennt. Die neugebildeten Keimwülste in drei Segmente getheilt durch schwache Einziehung an der Oberfläche und stärkere in der Tiefe, kenntlich an den Vorsprüngen der medianen Dotterfirste (*mdf*). Rand des Keimstreifens ebenfalls in drei Segmentabschnitte getheilt, ebenso auch der seitliche Rand des Faltenblattes (*r*).

Fig. 19. Das Faltenblatt, welches vorher den ganzen Keimstreifen überzog, hat sich vom Kopfe her in der Medianlinie gespalten; *r* Rand desselben, *schp* Anlage der Scheitelplatten, *md*, mx^1, mx^2 die vom scharfen Rand des Faltenblattes begrenzten Kopfanhänge, welche hier etwas vom Rücken her gesehen werden und deshalb verkürzt, mehr wulstartig erscheinen. *kf* noch nicht gespaltene Ursprungsstelle der Kopffalte.

Fig. 20. Dasselbe Ei wie in Fig. 18 nach Bildung der Kopfanhänge, Scheitelplatten (*schp*) und Anlage der Kopfwülste (*kw*, *kw'*). Die Trennung des Keimstreifens in die Keimwülste (*kw''*, *kw'''*) bereits bis an's hintere Ende des Keimstreifens vollendet, die Spaltung des Faltenblattes hat die Umschlagstelle der Keimwülste am spitzen Pol noch nicht überschritten, daher daselbst Faltenblatt auf beiden Keimwülsten sichtbar (*fb* und *fb'*).

Fig. 20 *A*. Dasselbe Stadium. Umschlagstelle der Keimwülste am spitzen Pol in Ventralansicht. *fb* Faltenblatt, welches sich brückenartig über die Keimwülste hinspannt; *mdf* mediane Dotterfirste.

Fig. 21. Aus etwas späterer Zeit; Ventralansicht; die Stelle der Mundspalte wird durch den Winkel bezeichnet, welchen die auseinanderweichenden Schenkel der Kopfwülste zwischen sich lassen. Die Mandibeln (*md*) stossen in der Mittellinie mit scharfen Rändern zusammen.

Fig. 22. Aus etwas späterer Zeit; Profilansicht. Vorderkopf (*vk*) und schneckenförmig gewundener Kopftheil der Keimwülste (Kopfwülste *kw*) vollständig voneinander getrennt; *schp* Scheitelplatten mit dem Antennenfortsatz (*at*), *m* die Mundspalte. Die drei Kopfanhänge (Mandibeln *md*, vordere und hintere Maxillen mx^1 und mx^2) erscheinen verkürzt, da das Ei dem Beschauer etwas den Rücken zuwendet. *kw, kw'* Keimwülste, am Rücken beide sichtbar, mit wellig gebuchteten Rändern. Seitliche Dotterspalten (*dsp'*) scharf begrenzt, Dotter am Rücken nur noch an einer kleinen Stelle (*dsp*) freiliegend; aus dem Vorderkopfe hat derselbe bereits begonnen sich herauszuziehen. *kw* Kopfwülste, *v* vorderer, *b* ventraler, *d* dorsaler Rand der Scheitelplatten, welche nach hinten noch durch eine schmale Brücke mit dem Theile des Faltenblattes zusammenhängen, der die Keimwülste bedeckend bereits mit diesen verschmolzen ist. Schwanztheil des Keimstreifens umgeklappt (*schw, schw'*), auf ihm der persistirende Theil der Schwanzfalte (*schf*).

Fig. 23. Aus derselben Zeit; Dorsalansicht. Wie in den vorigen Figuren Faltenblatt an der Umschlagstelle der Keimwülste am spitzen Pol verschwunden, auf dem Schwanzwulst als persistirender Theil der Schwanzfalte noch vorhanden (*schf*), zwischen diesem und den Keimwülsten die Afterspalte *a*.

Fig. 24. Kopf etwas weiter entwickelt in Halbprofilansicht, um den Verlauf der Keimwülste im Kopfe zu zeigen; *vkw* rechter, *vkw'* linker ventraler, *mkw* mittlerer, *dkw* dorsaler Schenkel der Kopfwülste, die dorsalen Schenkel sind noch durch eine schmale Dotterwand in der Mittellinie voneinander getrennt; *schp* Scheitelplatten mit *at*, den Antennen, *m* Mundspalte. Durch den rechten Antennenfortsatz erkennt man das Mittelstück des linken Kopfwulstes, über welchen der linke Antennenfortsatz (*at'*) hervorragt.

Tafel IX.

Fig. 25. Entwickelung etwas weiter vorgeschritten. Profilansicht. Die Zusammenziehung der Keimwülste hat bereits begonnen; Kopfanhänge bedeutend nach vorn gerückt, Scheitelplatten durch einen hinteren Rand gegen den Leib abgeschnürt, bereits etwas um ihre Axe gedreht, so dass der Antennenfortsatz die Mundspalte *m* vollkommen deckt. Dotter aus dem Vorderkopfe vollständig zurückgetreten, nur noch mit zwei Spitzen in den Kopf hineinragend, zwischen welchen die Verlängerung der Mundspalte. Schwanzende der Keimwülste (*schw*) vollständig umgeklappt und in den Dotter hineingekrümmt. Die Segmentirung der Keimwülste hat begonnen, acht Ursegmente sind bereits angelegt.

Fig. 26—29 zeigen an ein und demselben Ei die Differenzirung der Kopfkappe in Scheitelplatten, Vorderkopf und Kopfwülste, sie veranschaulichen zugleich

die zweite Umdrehung des Eiinhaltes, die hier indessen früher begonnen hat, als es die Regel ist. Die Lage des Eies ist in allen vier Figuren genau Profillage, während der Embryo sich von verschiedenen Seiten präsentirt. Vergrösserung 150.

Fig. 26. Die Umdrehung hat bereits begonnen (im Anfang derselben lag die Bauchfläche mit den Anhängen genau der geraden Eiseite an). Keimwülste durch eine äussere Furche getrennt, welche nur soweit nach vorn reicht, als die Kopfanhänge (*md*, mx^1, mx^2); Faltenblatt (*fb*) in der Medianlinie gespalten, und am Kopfe herabgezogen, bildet die Scheitelplatten (*schp*), *r* Rand des Faltenblattes (*fb*), durch welches deutlich die eigentliche Kopfkappe durchschimmert.

Fig. 27. Hier hat sich die mediane Furche nach vorn verlängert, an der Stelle der Mundeinziehung (*m*) theilt sie sich und schnürt den Vorderkopf (*vk*) ventral und lateral ab.

Fig. 28. Abschnürung des Vorderkopfes weiter vorgeschritten; Keimwülste in scharfem Winkel (*m*) auseinanderweichend; auf ihnen die Scheitelplatten mit dem Antennenfortsatz (*at*), welche inzwischen sich noch weiter von der Mittellinie zurückgezogen haben. Die Mandibeln (*md*) stossen in der Mittellinie zusammen.

Fig. 29. Umdrehung vollendet. Das dargestellte Stadium steht in der Mitte zwischen Fig. 22 u. 25. Vorderer Rand des Mittelstückes der Kopfwülste (*mkw*) liegt noch vor dem vorderen Rande der Scheitelplatten (*schp*). Letztere, nach hinten bereits abgeschnürt, stellen ganz freie Platten dar. *at* Antennen, *m* Mundspalte. Faltenblatt auf dem dorsalen Schenkel des Keimstreifens noch ungespalten, hinteres Ende desselben bei *fb*.

Fig. 30. Etwas weiter entwickelt als Fig. 25. Scheitelplatten noch mehr gedreht, Antennenfortsatz an der Seite des Vorderkopfes. Mandibeln (*md*) bedeutend gewachsen, und nach vorn an die Stelle gerückt, wo früher die Antennen. *md*, *md'* Mandibeln. Schwanzwulst nach hinten gerückt, freier Dotter (*d*) zwischen ihm und dem Kopfe. Ursegmente vollständig gebildet.

Fig. 31. Späteres Stadium. Zusammenziehung der Keimwülste dauert noch fort; hinterer Rand des Kopfes vom Rücken schräg nach vorn und dem Bauche. Drehung der Scheitelplatten beendet, Antennen am dorsalen Rande des Vorderkopfes angelangt. Die ganze Stellung des Kopfes zeigt deutlich, wie derselbe durch die Zusammenziehung der Keimwülste immer mehr nach hinten übersinkt. Zwischen Antennen und Mandibeln einerseits und dem Vorderkopfe andererseits schimmert der Rand des Mittelstückes der Kopfwülste durch (*mkw*). Vordere Maxille (mx^1) bogenförmig gekrümmt, hintere Maxille (mx^2) beginnt nach vorn und gegen die Mittellinie hin zu wachsen. Schwanzwulst stark gegen den hinteren Pol vorgerückt; *d* freier Dotter, welcher grossentheils aus brauner Flüssigkeit besteht; Ursegmente in Folge der Zusammenziehung bereits etwas schmäler geworden.

Fig. 32. Embryo etwas weiter entwickelt; das hintere Maxillenpaar ist in der Mittellinie verwachsen mit Ausnahme der vorderen lappenförmigen Theile. Vordere Maxillen biscuitförmig; auf dem ersten Ursegment erhebt sich eine Falte, die Fussfalte f^1.

Fig. 33. Späteres Stadium. Zusammenziehung der Keimwülste beendet; ausser dem zwölften auch bereits das elfte Segment geschlossen. Lappenförmige Endstücke des zweiten Maxillenpaares zugespitzt. Die Differenzirung der Zellenmasse des Kopfes in tiefe und oberflächliche Schicht hat begonnen, und lässt bereits die Umwandlung der Kopfwülste zu den beiden Schlundganglien (sg^1 u. sg^2) erkennen. Zwischen diesen der Vorderdarm von einfacher Zellenlage bekleidet. Die am Rücken frei liegende Dottermasse von einer dünnen, hellen Lage umgeben und dadurch zum Dottersack (*ds*) geworden. *hd* Hinterdarm; *mdf* mediane Dotterfirste.

Fig. 34. Dasselbe Ei in Ventralansicht. *ld*, *ld'* laterale Dotterstreifen, *ds* Dottersack (nur angedeutet); *s* die Spalte in dem zu einem Stück verschmolzenen Basaltheile der Unterlippe. Der auf der Rückseite des zwölften Segmentes liegende After (*a*) schimmert durch.

Fig. 35. Aus etwas späterer Zeit; Rückenansicht. Die vier hinteren Segmente bereits geschlossen; *sg'* obere Schlundganglien, *c* Commissurentheil derselben. Vorderkopf keilförmig zwischen die Scheitelplatten (*schp*) eingetrieben; Mitteldarm (Dottersack *ds*), Hinterdarm *hd*; *w* die den After seitlich begrenzenden Wülstchen.

Fig. 36. Etwas weiter entwickelt; Profilansicht. Das erste Maxillenpaar bedeutend nach vorn gewachsen deckt die Mundspalte und zum Theil auch das zweite Maxillenpaar (die Unterlippe) und die Mandibeln, welche sich ventralwärts gekrümmt haben; Antennen in eine abwärts gerichtete Spitze verlängert. Spalte des Vorderdarmes von einfacher Ordnung von Zellen umgeben, Intima deutlich; sg^1, sg^2 oberes und unteres Schlundganglion, *h* Hautschicht, am Ventralrand des Kopfes durch einen leeren Raum von der tiefen Schicht getrennt. Leibessegmente am Rücken vollkommen geschlossen; elf Bauchganglien ($g^1 - g^{11}$); vorderer und hinterer Afterfuss angelegt (f^1 u. f^2), bereits Andeutung der Borsten. Hinterdarm (*hd*) wie Vorderdarm von regelmässiger Zellenlage umgeben.

Fig. 37. Embryo weiter entwickelt; Rückenansicht. Der mediane und die lateralen Dotterstreifen, vom Bauche gegen den Rücken hin sich ziehend, sind dabei in einzelne den Segmenten entsprechende Gruppen zerfallen und liegen in den Seitentheilen der Segmente. Dottersack bedeutend schmäler geworden, seine Wandung viel dicker als früher (siehe in Fig. 35); die den After seitlich begrenzenden Wülste sind in vier Zapfen getheilt (*az*) (von denen nur zwei sichtbar).

Fig. 38. Dasselbe Stadium; Bauchansicht. Ganglienkette durch eine mediane Furche in symmetrische Hälften getheilt, g^1 erstes, g^{11} letztes Bauchganglion, sg^2 unteres Schlundganglion; *ls* die in Segmentabschnitte zerfallenen seitlichen Dotterstreifen; f^1 vorderer, f^2 hinterer Afterfuss, in ersterem die in ihrer Richtung sich kreuzenden Borsten sehr deutlich, sowie die über sie hingespannte quere Grenzmembran. Unterlippe (mx^2) zugespitzt, vordere Maxillen in zwei ungleiche Hälften getheilt. Mandibeln hakenförmig nach innen umgekrümmt.

Fig. 39. Späteres Stadium; Profilansicht. Kopf fast vollkommen entwickelt, *au* Augenflecke, Antennen gegliedert; Vorderkopf in Oberlippe (*lb*), unteres Kopfschildchen (*uk*) und eigentliches Kopfschild (Clypeus, *cl*) getrennt; Man-

dibeln schnabelförmig, vordere Maxillen in Taster umgewandelt, Unterlippe scharf zugespitzt. Im Körper vollkommene histologische Differenzirung eingetreten, Afterfüsse ausgebildet, Muskeln angelegt (*ms*), Ganglienkette von der Hautschicht durch einen hellen Zwischenraum getrennt; Dotter in den Seitentheilen der Segmente bis gegen den Rücken hin gelagert, aus dem Kopfe gänzlich verschwunden.

Tafel X.

Fig. 40—45 zur Bildung der Mundtheile und des vorderen Afterfusses.

Fig. 40. Etwa das Stadium von Fig. 25; Ventralansicht; *m* Mundeinziehung, begrenzt von der Umbiegungsstelle der Keimwülste.

Fig. 41. Entspricht dem in Fig. 32 dargestellten Stadium. Zweites Maxillenpaar in der Mittellinie verwachsen, von Leyerform; *l* lappenförmige Seitentheile desselben; *m* Mundspalte, vor welcher der Lippenrand der Kopfwülste.

Fig. 42. Die Seitenlappen (*l*) des verwachsenen Maxillenpaares haben sich aufgerichtet, einander genähert, und decken zum Theil bereits die Umschlagstelle der Keimwülste, welche in Folge der andauernden Zusammenziehung etwas tiefer steht als in voriger Figur.

Fig. 43. Stadium zwischen den in Fig 34 u. 36 dargestellten in der Mitte liegend; die zugespitzten lappigen Seitentheile der hinteren Maxillen miteinander verwachsen, eine halbkreisförmige Spalte im Basaltheile der Unterlippe theilt dieselbe in zwei Theile. Mandibeln beginnen sich hakenförmig zu krümmen. f^1 vorderer Afterfuss.

Fig. 44. Unterlippe (mx^2) in der Mittellinie etwas vorspringend, *b* mittleres Stück derselben, an welches sich zwei Muskeln ansetzen, deren eiförmige Ansatzstelle sichtbar. Vordere Maxillen (mx') in zwei Theile getheilt, deren innerer (*in*) von der Unterlippe verdeckt liegt, während der äussere an Grösse sehr überwiegend Kegelform angenommen und auf seiner Spitze kurze Borsten erhalten hat. Oberkiefer hakig gebogen, auf der ventralen Fläche der Oberlippe ein kleiner, querovaler Chitinring. Antennen hinter die Oberkiefer gekrümmt. Die beiden Schlundganglien (sg^1 u. sg^2) sind eingezeichnet worden, deren ersteres in dieser Lage nur durch bedeutendes Senken des Tubus sichtbar wird. Afterfuss (f^1) fertig.

Fig. 45. Kopf der Larve ausgebildet; Unterlippe, Mandibeln mit Zähnen, Maxillentaster papillenförmig, Oberlippe an der Unterseite mit dem querovalen Chitinring und mit gekrümmten Borsten besetzt.

Fig. 46. Dorsalansicht des Kopfes, etwa aus demselben Stadium wie Fig. 44. *lb* Oberlippe, Clypeus durch seitliche Vorsprünge der Scheitelplatten in das untere Kopfschildchen (*uk*) und den eigentlichen Kopfschild (*cl*) getrennt; *au* Augen, *at* Antennen, *n* mediane Naht der Scheitelplatten.

Fig. 47. Aus dem Ende der Embryonalzeit. Dorsalansicht des Hinterleibsendes. *af* Afterfüsse, in deren napfförmiger Höhlung die Borsten; *ag* die Grube zwischen den Afterfüssen, in welche der After mündet; *az* zwei der Afterzapfen; *z* die beiden mit einem Büschel Borsten besetzten zapfenförmigen Fortsätze am hinteren Rande des vorletzten Segmentes.

Fig. 48. Profilansicht der Unter- und Oberlippe, um die in der ganzen Dicke erfolgte Trennung des früheren Vorderkopfes in Oberlippe (*ol*) und Clypeus (*cl*) zu zeigen; *a* Grenzlinie zwischen beiden; mx^2 Unterlippe; *vd* Vorderdarm.

Fig. 49. Die Schlundganglien der jungen Larve, im ersten Körpersegment gelegen. sg^1 oberes, sg^2 unteres Schlundganglion; *oe* Oesophagus, g^1 erstes Bauchganglion. *A* Profilansicht, *B* Dorsalansicht.

Fig. 50. Larve unmittelbar vor dem Ausschlüpfen; spiralig gewundene Lage derselben. Geringe Vergrösserung.

Fig. 51. Junge Larve von der Bauchseite gesehen in ausgestreckter Stellung. Vergrösserung 80. mx^2 Unterlippe, f^1 vorderer, f^2 hintere Afterfüsse, g^1 erstes, g^{11} letztes Bauchganglion, die vier vordersten und zwei letzten ohne Commissuren, die übrigen durch doppelte Längscommissuren verbunden; *pr* Vormagen, *ch* Chylusmagen, *d* Darm, *az* die den After umstehenden fingerförmigen Blindschläuche; *db* die bandartigen Dotterreste, ausser denen in den Seitentheilen der Segmente noch unregelmässige Haufen von Dotterkugeln.



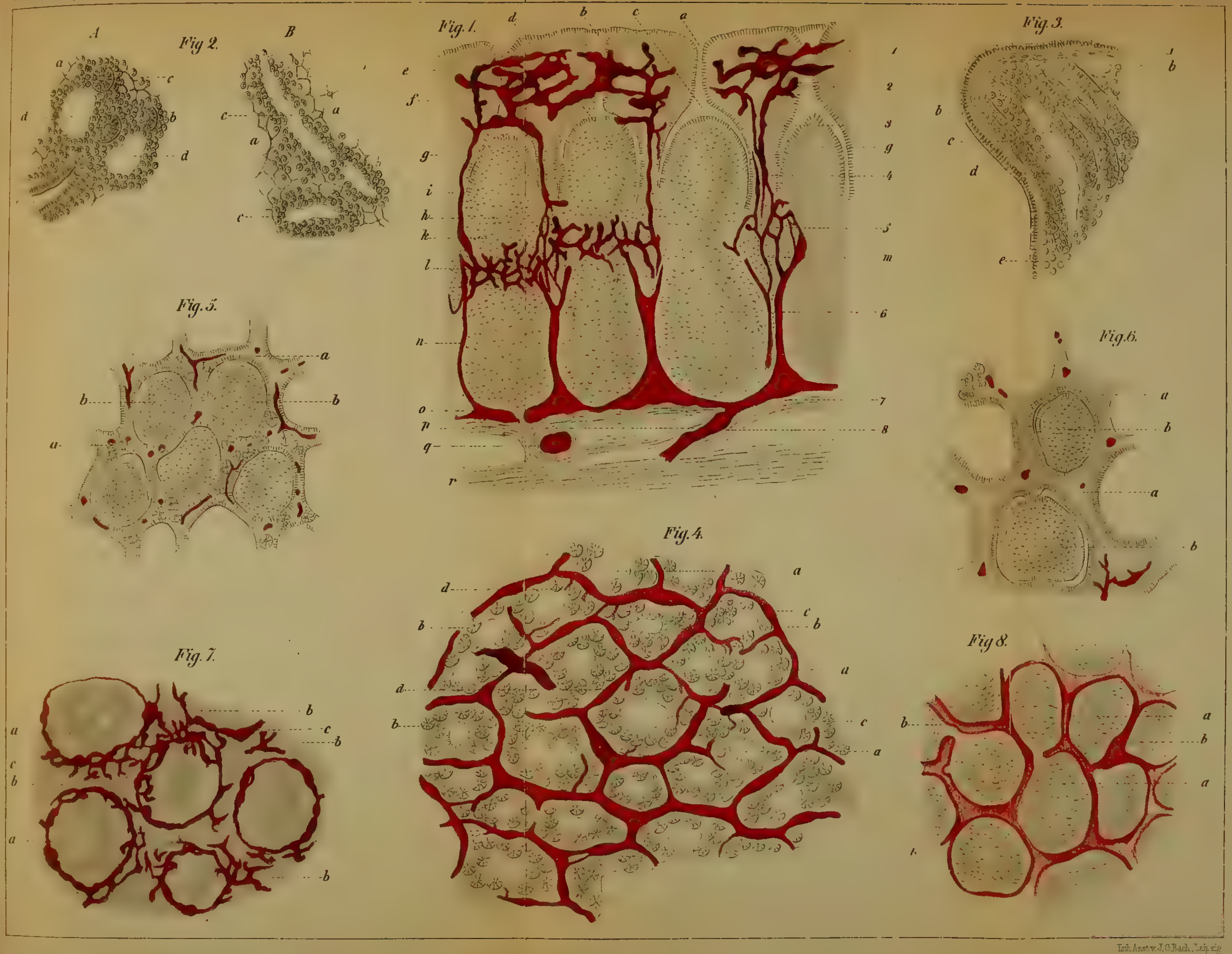
Fig. 1.
a
b
c
Fig. 2.
a
b
c
Fig. 6.
a
b
c
d
Fig. 4.
a
b
Fig. 3.
a
b
c
Fig. 5.
a
b
c
d
e
Fig. 7.
a
b
c
d
e
f
Fig. 8.
a
b
c
d
Fig. 11.
a
b
c
Fig. 10.
a
b
c
d
Fig. 9.
a
b



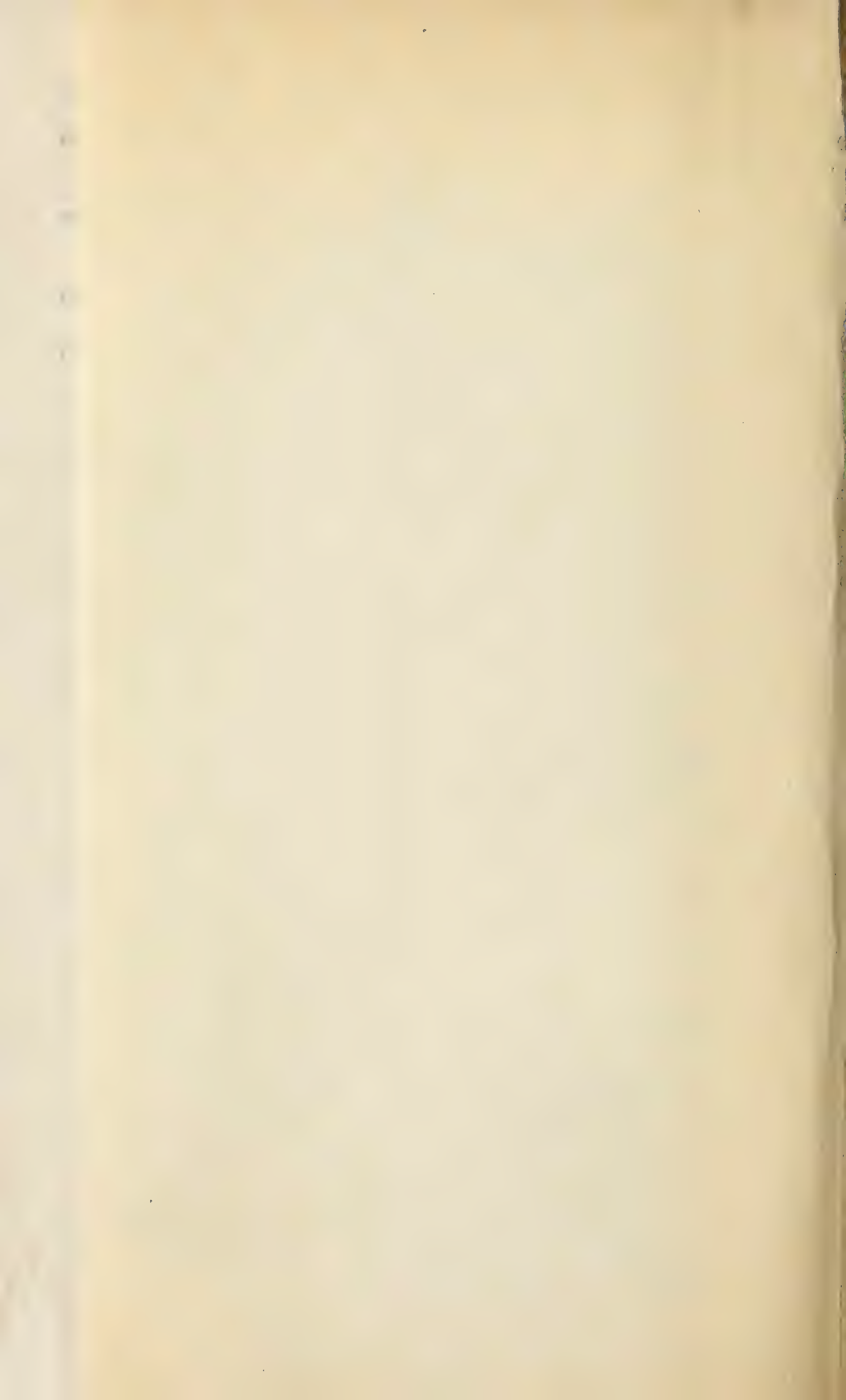


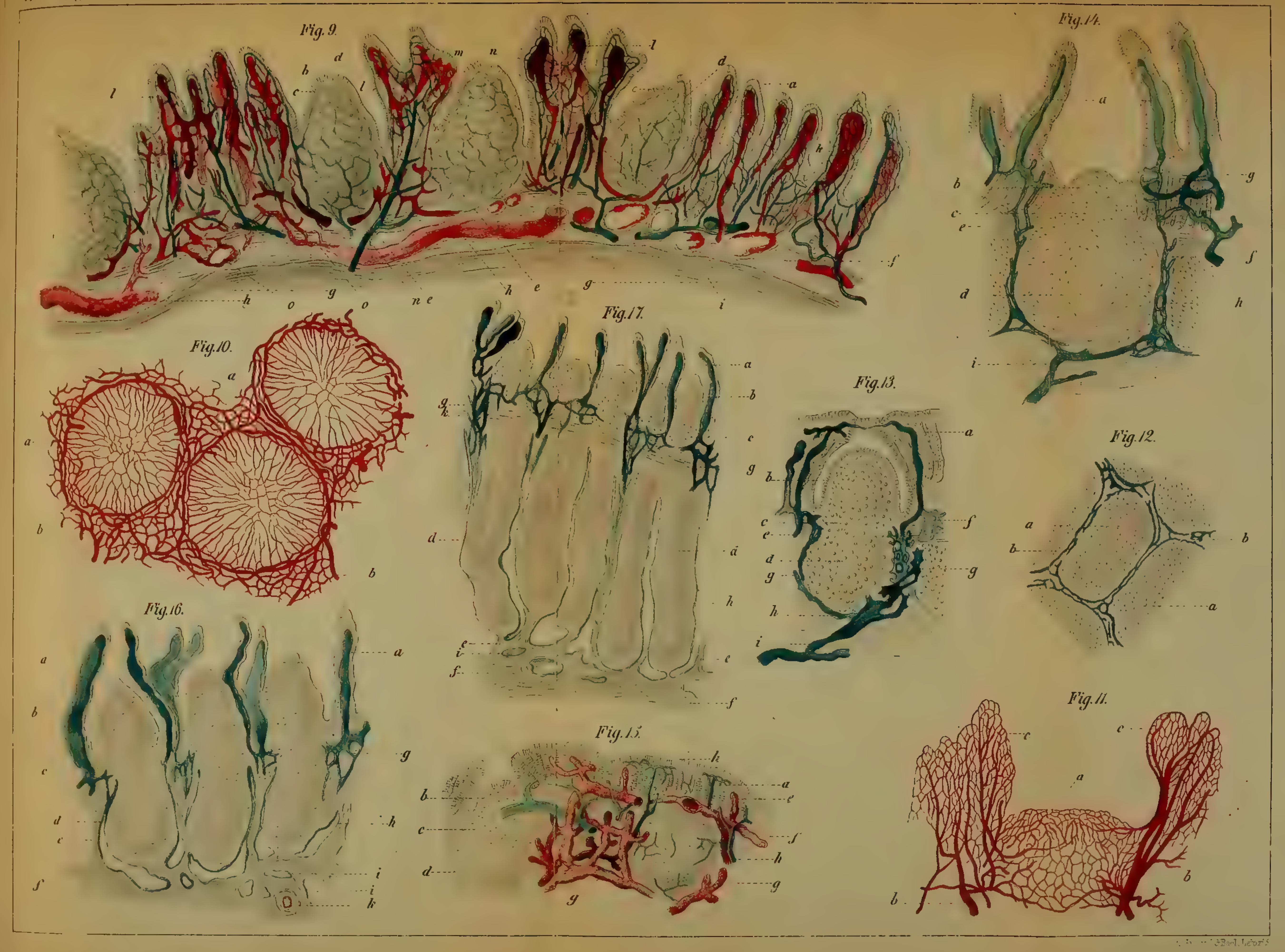
Frey del.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



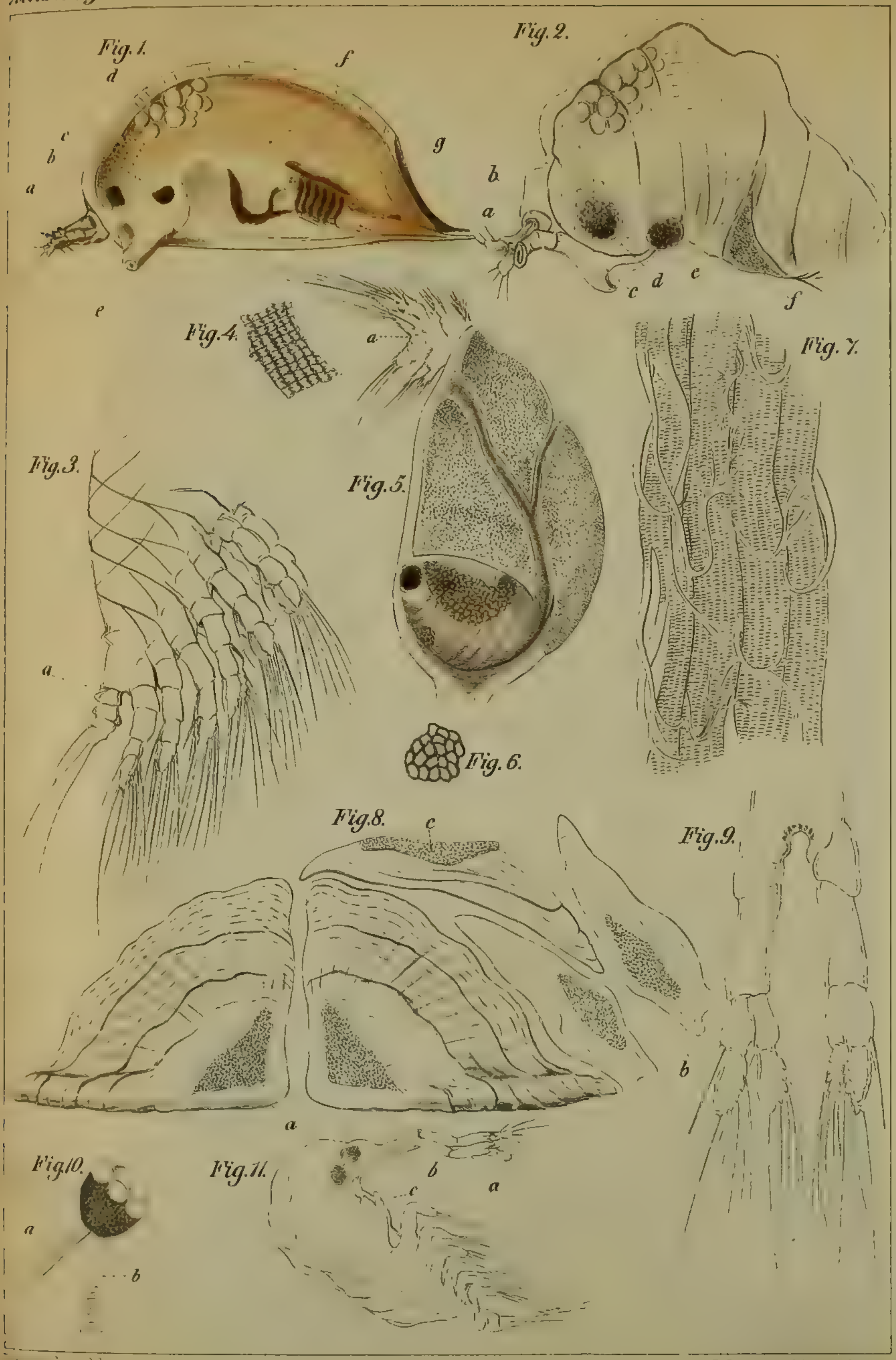


Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig



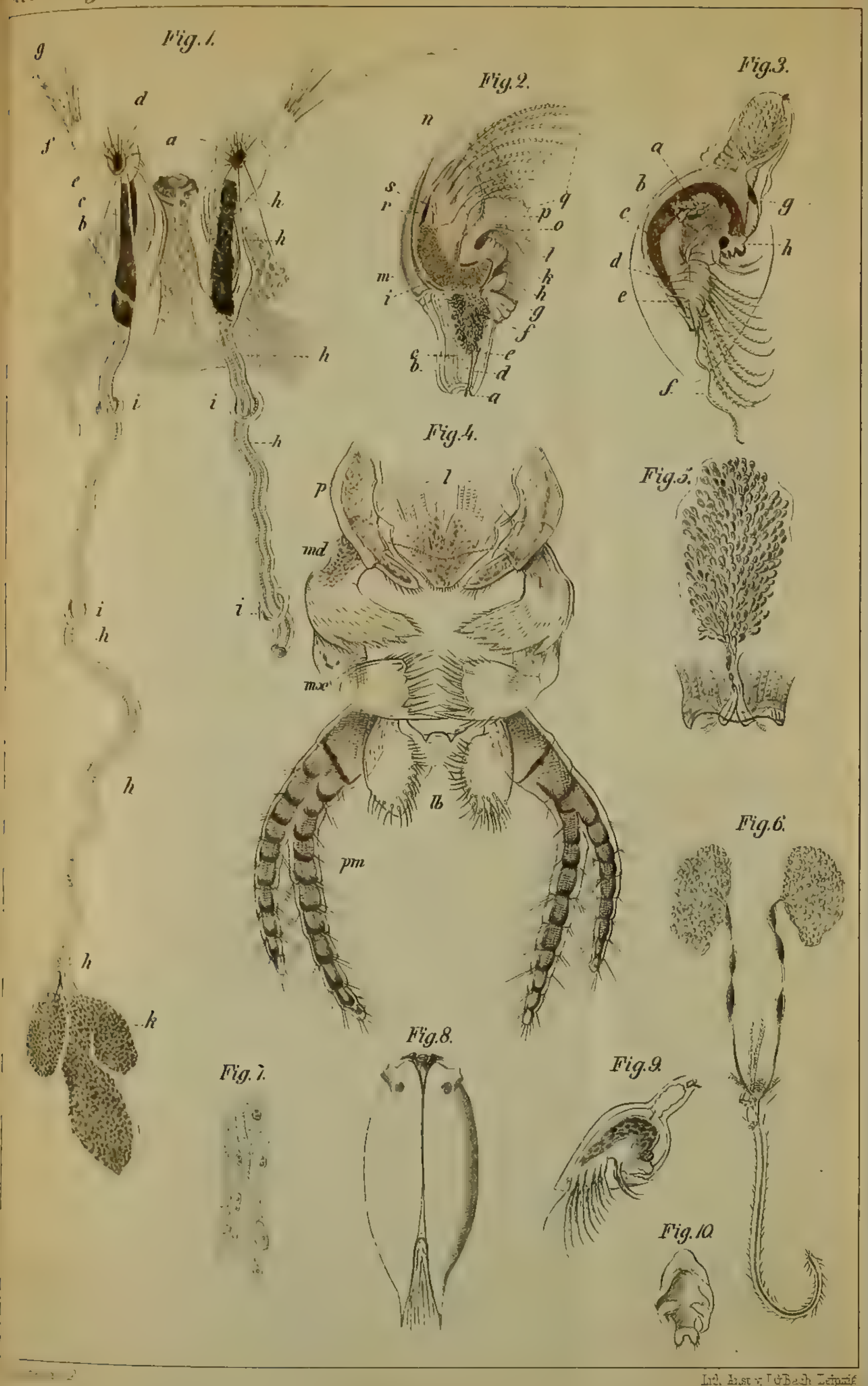

Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.



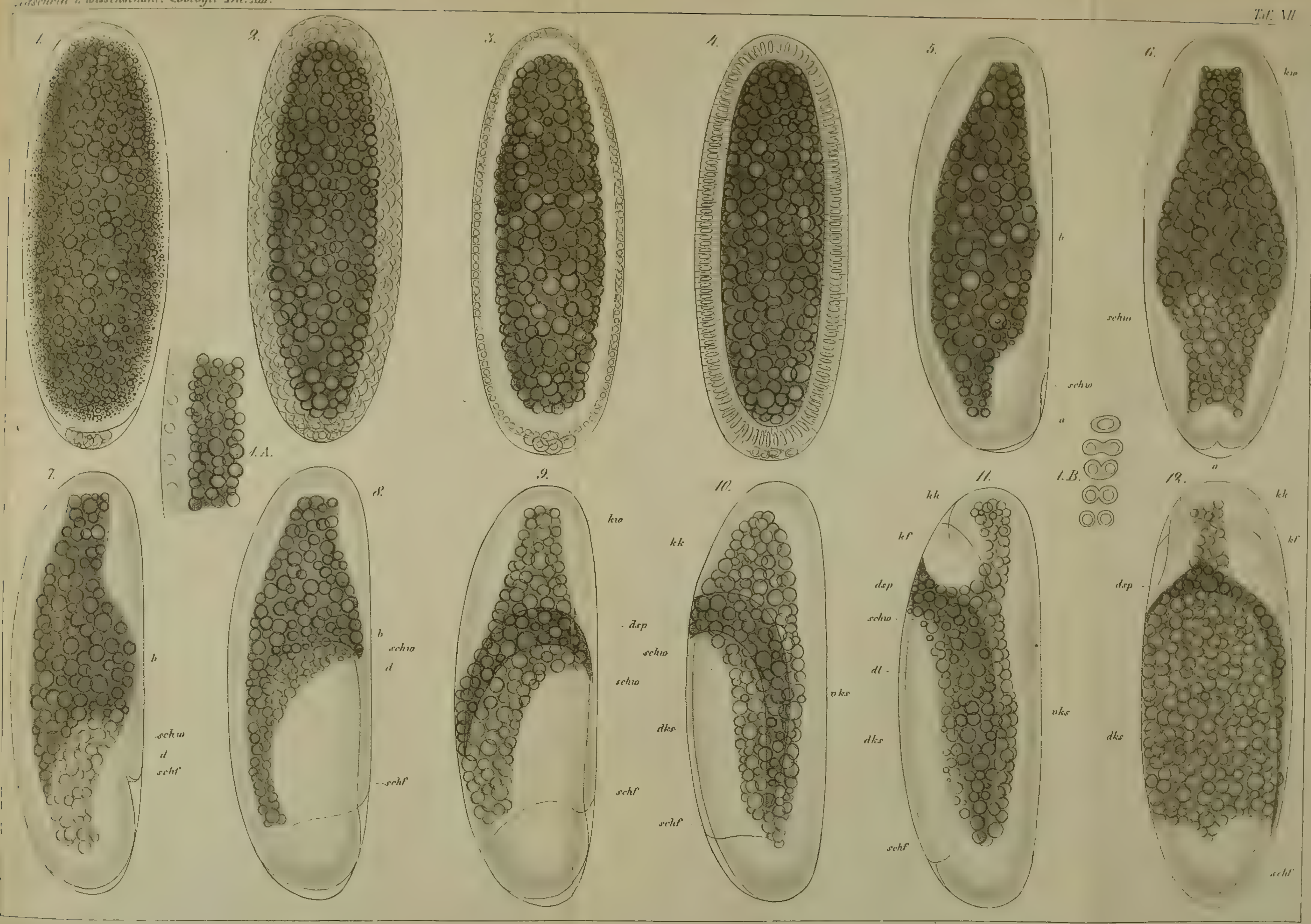

Fig. 1.
a
b
c
d
e
f
g
Fig. 2.
a
b
c
d
e
f
Fig. 3.
a
Fig. 4.
Fig. 5.
a
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
c
Fig. 9.
b
Fig. 10.
a
b
Fig. 11.
a
b
c

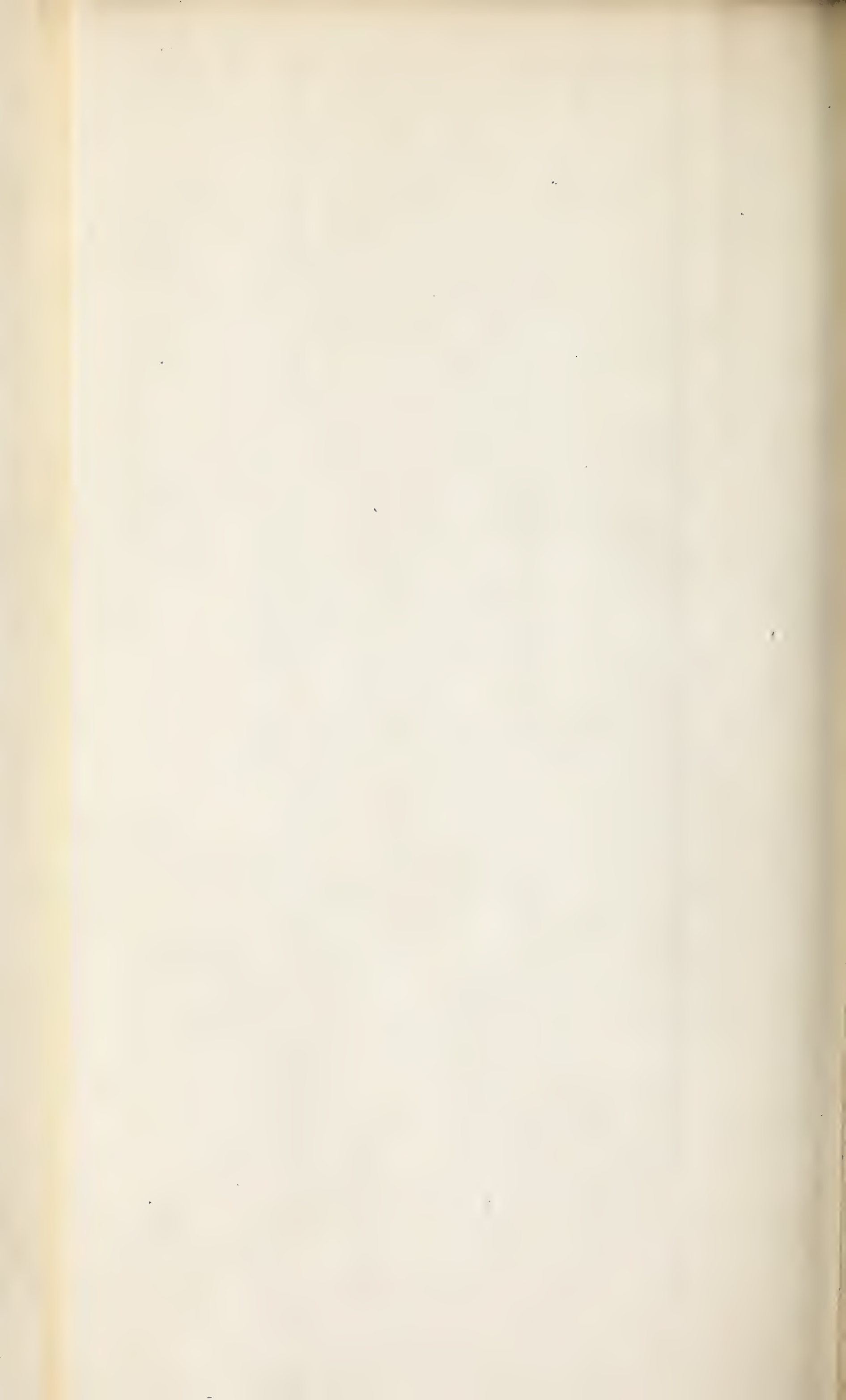
[illegible] del.

[illegible]

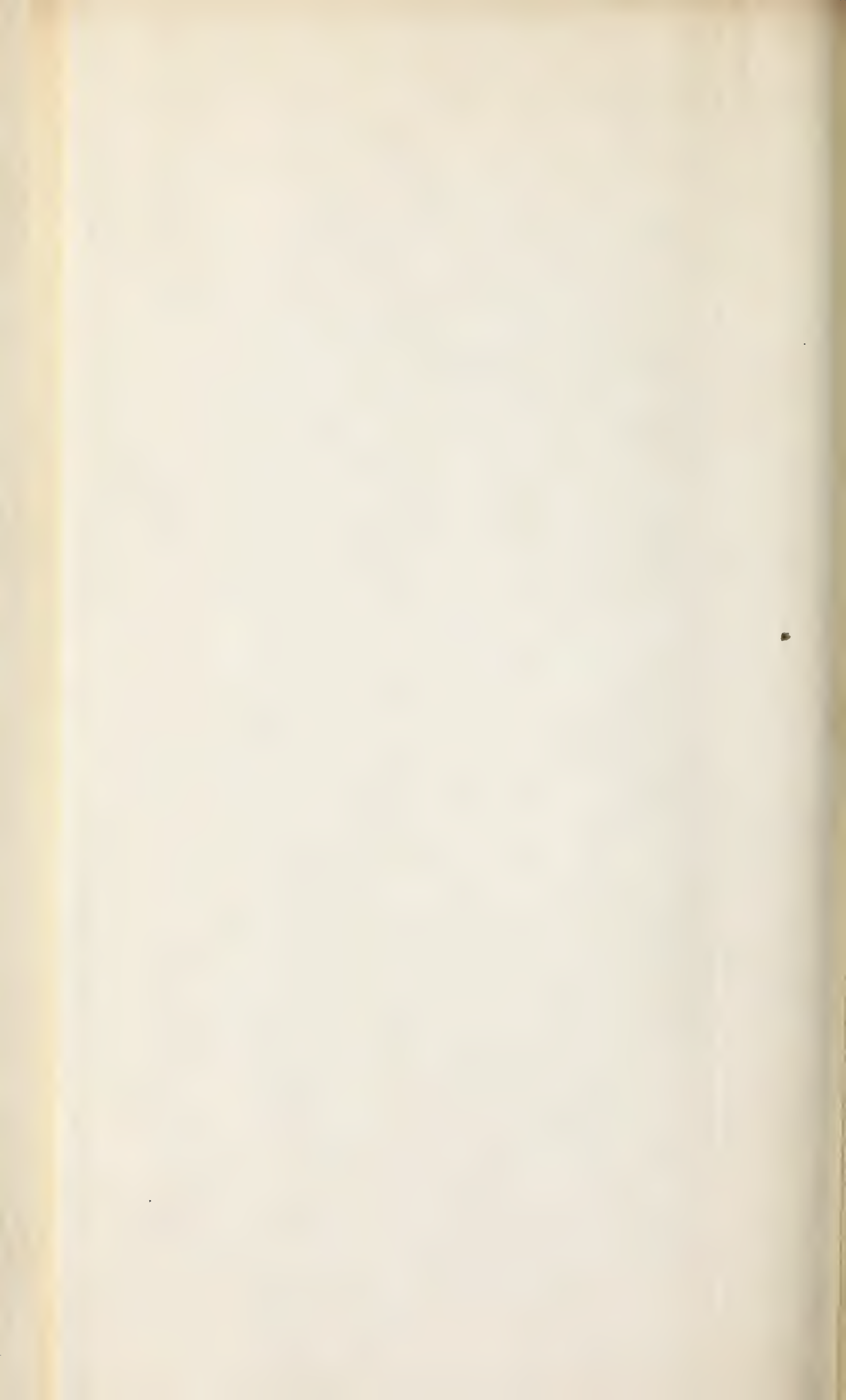


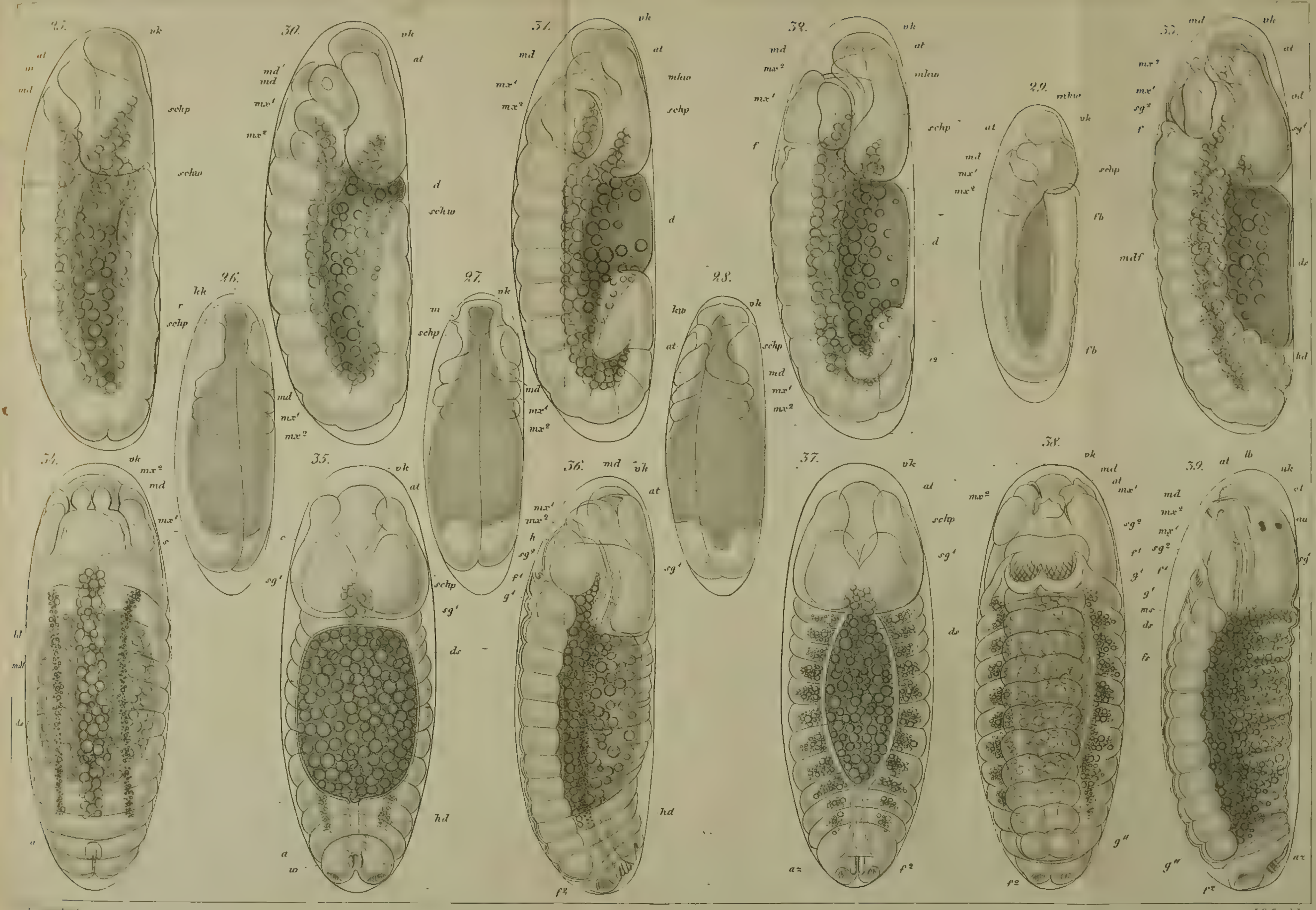
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

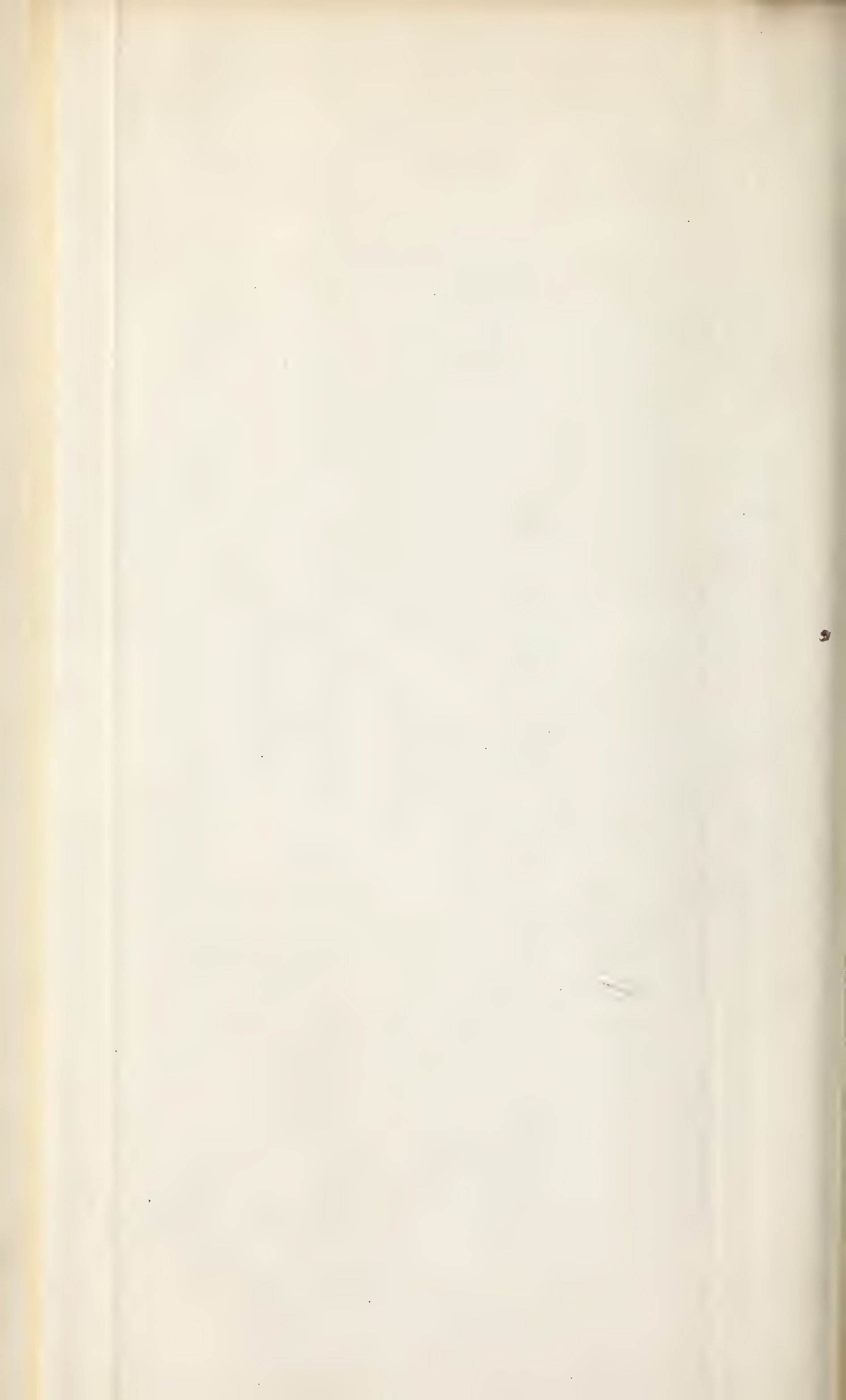

1.
2.
3.
4.
5.
6.
1. A.
1. B.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
kw
b
schw
a
kk
kf
dsp
d
dl
vks
dks
schf
J.C. Loedel sc.











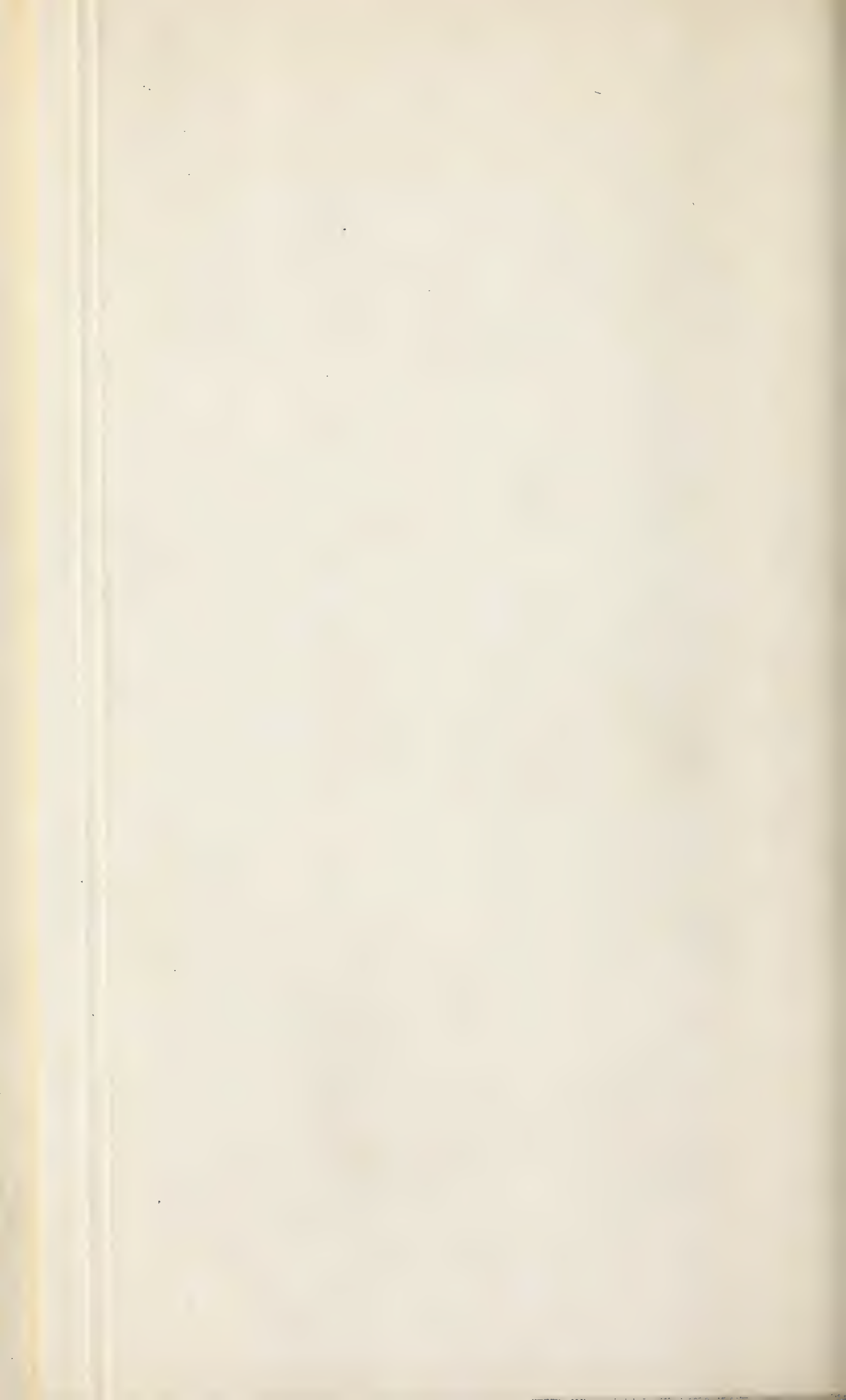
40. 41. 42. 43. 44. 45. 46.

47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. B.

54. 54. A. 54. B. 54. C. 54. D. 53. 53. A.

55. 56. 57. 58. 58. A

J. C. Loedel sc.



Die Entwickelung der Dipteren im Ei,

nach Beobachtungen an

Chironomus spec., Musca vomitoria und Pulex Canis.

Von

Dr. **August Weismann**[1].

II.

Die Entwickelung von Musca vomitoria im Ei.

Mit Taf. X, Fig. 52 ff. bis Taf. XIII.

Das Ei von Musca vomitoria hat eine Länge von 1,42—1,49 Mm. und ist im Ganzen von ellipsoidischer Gestalt. Seine beiden Pole können nach der Lage, welche der Embryo in ihm einnimmt, als vorderer und hinterer Pol bezeichnet werden, in ersterem entwickelt sich der Kopf, in letzterem das Schwanzende; beide unterscheiden sich schon durch ihre äussere Gestalt, indem der vordere schmäler und mehr zugespitzt ist, der hintere breiter und stumpfer, wie denn das ganze Ei von hinten nach vorn allmählich an Dicke abnimmt. Auf dem vorderen Pole findet sich gerade im Centrum eine kleine, kreisrunde Abflachung, innerhalb welcher der Mikropylapparat liegt. Da derselbe von *Meissner*[2]) bereits genau beschrieben wurde, kann ich hier füglich davon absehen. Diejenige Seite des Eies, an welche der Bauch des Embryo zu liegen kommt, ist convex vorgewölbt, während die Rückenseite entweder gerade, oder auch etwas concav ausgeschweift ist; in der Seitenansicht bietet das Ei also eine convexe oder Bauch-, und eine gerade oder Rückenseite dar. Vom Mikropylapparat aus zieht sich auf letzterer bis nahe an den hinteren Eipol hin ein schmaler, bandartiger Streif, dessen Ränder leistenartig aufgeworfen sind und am Ende mit kurzem Bogen ineinander übergehen. Er gehört lediglich der äusseren der beiden Eihäute an, dem Chorion, welches derb, lederartig zäh, bei auffallendem Licht weiss und

1) S. diesen Bd. S. 107 ff.

2) Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter, diese Zeitschrift Bd. VI. S. 273.

vollkommen undurchsichtig ist, und sehr regelmässig in sechseckige, dicht und fein punktirte Felder zerfällt. Das Chorion darf nicht mit *Meissner* als Product einer Zellenverschmelzung angesehen werden, sondern ist Zellenausscheidung, und diese sechseckigen Felder sind nur die Abdrücke der Epithelzellen des Eierstocks, die feine Punktirung also wahrscheinlich der Abdruck von Porenöffnungen in den Zellenwandungen. Hier, wie vermuthlich überall bei den Insecten, besteht ein wesentlicher genetischer Unterschied zwischen Chorion und Dotterhaut, der sich bei den Musciden auch in der Structur deutlich ausspricht. Während das Chorion hier durch zierliche Zeichnung auf die Zellen hinweist, von welchen es ausgeschieden wurde, ist die Dotterhaut vollkommen structurlos und muss als eine Verdichtung und Erhärtung der oberflächlichen Dotterschicht angesehen werden.

Die Dotterhaut von Musca ist glashell und ziemlich dünn, aber doch von hinreichender Festigkeit, um allein, nach Entfernung des Chorion, den Druck des Eiinhaltes bis zu vollständiger Entwickelung des Embryo auszuhalten. Die Undurchsichtigkeit des Chorion hat bis heute eine Beobachtung der embryonalen Entwickelung von Musca nicht gestattet, wie denn noch vor Kurzem *Robin* durch dieselbe verhindert wurde über die An- oder Abwesenheit von Polzellen bei Musca in's Klare zu kommen. Nach vergeblichen Versuchen das Chorion durch Reagentien sichtbar zu machen, gelang es unerwarteter Weise sehr leicht, dasselbe mit Hülfe der gewöhnlichen feinen Präparirnadeln zu entfernen. Einzige Vorbedingung zum Gelingen dieser Operation ist, dass die Eier etwas an der Luft gelegen haben, so dass ihre Oberfläche nicht mehr feucht ist; sie kleben dann oft fest aneinander und durch ein Darüberhinstreichen mit der Nadel gelingt es leicht, das Chorion zu zerreissen und die Dotterhaut mit ihrem Inhalte unverletzt herauszupräpariren. Wird sodann das der Beobachtung zugänglich gemachte Ei auf den Objectträger gebracht und durch Wasser der Eiinhalt vor Verdunstung geschützt, so lässt sich sehr leicht die Entwickelung des Embryo längere Zeit hindurch an ein und demselben Ei beobachten. Allerdings führt in den frühesten Stadien die Präparation, wenn auch noch so vorsichtig angestellt, doch meist schon nach kurzer Zeit Missbildungen herbei, später geschieht dies weniger leicht und der Embryo entwickelt sich nicht selten bis zum Ausschlüpfen.

Dass die Mikropyle auch die Dotterhaut durchbohrt, ist schon von *Meissner* beobachtet worden und lässt sich bei Eiern, deren Chorion entfernt wurde, leicht bestätigen.

Die Hauptmasse des Dotters besteht aus Fetttropfen, welche sämmtlich, bis auf die kleinsten herab, von einer dünnen Eiweissschicht umgeben sind und deshalb doppelte Contouren aufweisen (Fig. 55 *d*). Die grössten messen nur 0,01 Mm. im Durchmesser, eine sehr geringe Grösse im Vergleich zu den enormen Fettkugeln viel kleinerer Insecten, z. B. von Chironomus. Ausserdem enthält der Dotter eine Menge blasser

Molekel von unmessbarer Kleinheit, und eine farblose, nicht direct wahrnehmbare, die übrigen Elemente verbindende Flüssigkeit. Ein Keimbläschen ist in dem frischgelegten Ei in der Regel nicht mehr vorhanden. Sehr oft wiederholte, auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen berechtigen mich zu diesem Ausspruch, dem ich jedoch hinzufügen muss, dass ich allerdings in zwei Fällen mitten im Dotter ein grosses kugliges Bläschen von 0,088 Mm. Durchmesser fand, welches von deutlicher Membran umgeben war. In dem einen Falle schloss es einen klaren Inhalt ein, im anderen kamen noch Dotterelemente hinzu, Fetttröpfchen und *Brown*'sche Molekularbewegung zeigende feinste Körnchen (Fig. 61 *a*). Durch den Druck des Deckgläschens trat nach einiger Zeit Ruptur der Membran ein und langsames Ausfliessen des zähen Inhaltes. Ob diese beiden Eier befruchtet waren, ob sie sich weiter entwickelt haben würden, weiss ich nicht zu sagen; denkbar wäre es immerhin, dass an einzelnen der massenweise gelegten Eier das Eindringen der Zoospermien in's Ei durch Zufälligkeiten verhindert werden könnte, denkbar auch, dass das Keimbläschen ausnahmsweise länger persistirt hätte. Dass die Bläschen in beiden Fällen für Keimbläschen zu halten sind, daran lässt sich kaum zweifeln, dennoch aber muss ich mit Bestimmtheit behaupten, dass in der Regel das Keimbläschen im befruchteten Ei verschwunden ist und jedenfalls keinen Antheil an der Bildung der ersten Zellen hat, wie im Folgenden speciell nachgewiesen werden soll.

Ich trenne die Entwickelungserscheinungen wie bei Chironomus in drei Abschnitte, deren erster wie dort die Bildung der Keimhaut, des Keimstreifens, der Keimwülste und die Anlage der Urtheile des Kopfes in sich begreift, der zweite die hier weniger scharf begrenzte Zusammenziehung der Keimwülste umfasst, und der letzte die vollkommene Ausbildung der äusseren Körperform wie der inneren Organe.

A. Erste Entwickelungsperiode.

Von der Bildung der Keimhaut bis zur Bildung der Keimwülste und der Urtheile des Kopfes.

Die erste Veränderung im befruchteten Ei ist eine Zusammenziehung des Dotters, in Folge deren derselbe sich etwas von den Eipolen zurückzieht und zwar zuerst am vorderen Pol, also an demjenigen Theile des Dotters, welcher zuerst mit den eindringenden Spermatozoiden in Berührung kommt. Die Oberfläche des Dotters überzieht sich hier mit einem anfänglich ganz dünnen Keimhautblastem (Fig. 52), welches zum Theil durch Hervorpressen der Dotterflüssigkeit an die Oberfläche, der Hauptsache nach aber durch Umwandlung der übrigen Dotterelemente entsteht, wie sich schon aus dem allmählichen Uebergange des Dotters in die Blastemschicht schliessen lässt (Fig. 52 *A*). Eine halbe

Stunde später als am vorderen Pole erscheint die Blastemschicht am hinteren, um sich sodann von beiden Polen aus als continuirliche Lage über die gesammte Dotteroberfläche auszubreiten. Dass sie für das Auge weniger auffallend ist als bei Chironomus, rührt davon her, dass sie bis fast an die Peripherie von feinen Dottertröpfchen und -Körnchen durchsetzt und dadurch verdunkelt wird. Ein deutlicheres Bild erhält man durch Ausüben eines leisen Druckes auf das Ei: das Keimhautblastem tritt dann als ziemlich breiter (0,011—0,015 Mm. Durchmesser), heller Raum am ganzen Umfang des Dotters deutlich hervor.

Wird in diesem Stadium die Dotterhaut mit der Nadel zerrissen, so findet man niemals mehr ein Keimbläschen; das Keimhautblastem überzieht den Dotter als helle Rinde und behält durchaus seine scharfe, glatte Oberfläche bei, löst sich weder in Wasser noch in einer Lösung von chromsaurem Kali, wie ich sie gewöhnlich bei Untersuchung zarter histologischer Objecte anwende, ist zähe, seiner Hauptmasse nach homogen, und schliesst die oben erwähnten kleinen Molekeln ein, wie sie theils ursprüngliche Dotterelemente waren, theils aus der allmählichen Auflösung und Umwandlung der Dottertröpfchen hervorgehen (Fig. 52 *A*).

Wie bei Chironomus, so folgt auch bei Musca die Bildung der Polzellen der Ablagerung des Keimhautblastems unmittelbar nach. Sie tritt aber hier bei Weitem nicht so hervor wie dort und kann leicht übersehen werden, da die Keimhautzellen nur um Weniges später enstehen. Wie bei Chironomus sind es vier Polzellen, welche wie dort am hinteren Eipole entstehen, und nicht, wie *Robin*[1]) irrig angiebt, an dem Kopfende des Eies. Ihre Bildung beginnt mit dem Auftreten von vier hellen, kreisrunden, anfänglich nicht scharf begrenzten Flecken von bedeutender Grösse, welche in ziemlichen Abständen voneinander in dem dem leeren Polraume zugekehrten Theile des Blastems liegen. Indem sie sich schärfer begrenzen treten sie zugleich dicht unter die Oberfläche des Blastems, die Rinde desselben hügelig vortreibend. Das Blastem zieht sich um sie zusammen und es bilden sich halbkuglige Vorsprünge, die sich binnen wenigen Minuten als selbstständige kuglige Zellen von 0,038 Mm. Durchmesser vom unterliegenden Blastem abgeschnürt und isolirt haben. Sobald dies geschehen ist, und oft noch vor vollständiger Isolirung beginnt eine jede der vier Zellen sich unter gleichzeitiger Theilung des Kernes in zwei Hälften zu theilen, und einige Minuten später liegen acht, um die Hälfte kleinere Zellen an der Stelle der vier ersten. Die Vermehrung der Polzellen durch Theilung ist damit noch nicht abgeschlossen, lässt sich aber nicht mehr deutlich vorfolgen, weil unterdessen die Zellen der Keimhaut entstanden sind, in Gemeinschaft mit den Polzellen den ohnehin nur sehr schmalen Polraum vollständig ausfüllen und eine Unterscheidung der Polzellen von den übrigen Zellen unmöglich machen.

1) Mém. sur les globules polaires de l'ovule et sur le mode de leur production. Compt. rend. T. 54. p. 112.

Die Keimhautzellen bilden sich ganz auf dieselbe Weise wie die Polzellen, am vorderen Pole oft ganz zu gleicher Zeit mit ihnen. An der ganzen Peripherie des Dotters treten jetzt in dem Blastem grosse, helle, unbestimmt begrenzte Flecke auf, die Kerne der zukünftigen Zellen. Sie sind durch Zwischenräume getrennt, welche ihrem Durchmesser etwa gleichkommen und welche um so mehr von den hellen Kernflecken abstechen, als sämmtliche Dotterkörnchen die in dem Blastem enthalten waren, sich in ihnen zusammendrängen. Die den Dotter umgebende Schicht bekommt dadurch das Ansehen eines Rosenkranzes (Fig. 53 *B*). Wie bei den Polzellen folgt nun der höchst eigenthümliche Vorgang der Zellenbildung durch Vordringen des Kernes gegen die Oberfläche, und Zusammenziehung des Blastems um dieselben. Die Kerne scheinen auf die Oberfläche zu steigen wie eine Luftblase aus der Tiefe auf die Oberfläche des Wassers steigt. Vollständige Abschnürung und Isolirung der Zellen findet nicht von vornherein statt, vorläufig haften die halbkugligen Vorsprünge mit ihrer Basis im Mutterboden des Blastems, welches noch eben so allmählich wie früher sich in den Dotter verliert (Fig. 58). Meist zeigen sie, noch ehe sie erheblich über die Oberfläche hervorgetreten sind, die ersten Zeichen beginnender Theilung, die halbkuglige Wölbung flacht sich ab und die bis 0,053 Mm. im Durchmesser haltende Zelle schnürt sich in der Mitte ein; ebenso der Kern. Eine Zweitheilung der Zellen erfolgt ganz constant an allen primär gebildeten Zellen am ganzen Umfang des Dotters. An den Seiten ist die Zellenbildung weniger vortheilhaft zu beobachten, da der Raum beengt ist und die halbkugligen Vorsprünge sich von vornherein gegeneinander und gegen die Dotterhaut abplatten. Der Durchmesser der primären Blastemkugeln beträgt hier 0,038 Mm., der der secundären, durch Theilung erzeugten nur 0,015 Mm., also weniger als die Hälfte. Wie bei Chironomus bietet die Keimhaut in diesem Stadium ein eigenthümliches Bild dar; durch die Massen zum grössten Theil sich deckender, hügelig vorspringender Zellenabschnitte wird eine unregelmässige, verwirrte Lichtbrechung hervorgerufen, die durch die hellen, schwach lichtbrechenden Kerne im Innern der Zellen noch vermehrt wird (Fig. 53). Es ist daher auch schwer, durch directe Beobachtung zu entscheiden, ob noch ferner eine Vermehrung der Zellen stattfindet. Ich halte eine nochmalige Theilung derselben für sehr wahrscheinlich, weil die Abplattung der Zellen von den Seiten her noch fortwährend zu-, und dementsprechend ihr Querdurchmesser bis zu kaum 0,011 Mm. abnimmt, wobei noch in Anschlag zu bringen ist, dass während der vollständigen Ausbildung der Keimhaut die Zusammenziehung des Dotters, welche ihre Bildung einleitete, nachlässt, die Keimhaut sich ausdehnt und die Polräume allmählich wieder ausfüllend eine um so grössere Oberfläche darbietet. Sobald die vollständige Ausdehnung der Keimhaut erreicht ist, und an den Seiten schon viel früher verschwinden die hügeligen Vorsprünge der einzelnen Zellen; die Zellen platten sich

ab und stellen kurze, sechseckige Prismen dar, deren Breite nur um Weniges die Breite des Kernes übertrifft (Fig. 54 und 56). Zugleich zieht sich der Dotter von ihnen zurück, und man bemerkt jetzt, dass sie sich nach innen scharf abgegrenzt haben: eine dem Eirande parallel laufende Linie bezeichnet ihre innere Fläche. Zwischen dieser und dem Dotter lagert sich von Neuem eine Blastemschicht ab, genau von demselben Ansehen wie die erste: das bei Chironomus bereits beschriebene, innere Keimhautblastem (*ib*). Die Keimhaut liegt der Dotterhaut überall dicht an und nur am hinteren Pole drängen sich zwischen beide die Polzellen ein, welche sich durch fortgesetzte Theilung vermehrt und zugleich verkleinert haben (Fig. 54 *pz*). Ihre Zahl lässt sich nicht genau bestimmen, doch scheinen es bereits mehr als sechszehn zu sein, was auf eine dreimalige Theilung der primären Zellen und auf eine endliche Zahl von zwei und dreissig Polzellen schliessen lässt.

Abplattung derselben tritt nicht ein, sie bleiben vollkommen kuglig und bilden lose aufeinandergehäuft ein Conglomerat, welches in einer napfförmigen Vertiefung auf der Oberfläche der Keimhaut liegt. Die zwei Schichten, welche den Dotter umgeben besitzen an den Seiten eine Breite von 0,023 Mm., die innere enthält ausser feinen Körnchen keine Formbestandtheile, die äussere besteht aus den beschriebenen Zellen, welche in Profilansicht als länglich viereckige, epitheliumartige Formen erscheinen. In ihrer Mitte liegen die Kerne, welche wie die Zellen selbst eine regelmässige Reihe bilden. Von der Fläche gesehen erscheinen die Zellen sechseckig (Fig. 54 *D*) und lassen in ihren Kernen, welche jetzt einen Durchmesser von 0,013 Mm. besitzen, deutlich ein oder zwei blasse Nucleoli erkennen.

Was die Bildung der Keimhaut von Musca der Beobachtung besonders werthvoll macht, ist die Möglichkeit die am unverletzten Ei gewonnenen Resultate durch Präparation und Isolirung zu controliren. Wir sahen oben, dass das erste Keimhautblastem beim Zerreissen des Eies als zähe Rinde sich erhielt, also nicht eine Flüssigkeit im gewöhnlichen Sinne des Wortes ist. Wenn sich die Kernflecken gezeigt haben, findet man im ausgeflossenen Eiinhalte nicht selten einzelne Stellen, wo sich dieselben unverändert erhalten haben, und erkennt bei starker Vergrösserung deutlich, dass die Kernflecke noch keinen scharfen Contour besitzen, sondern dass die Körnchen, welche im Blastem dicht gedrängt liegen, gegen die Flecken hin an Grösse und Menge allmählich abnehmen, schliesslich gänzlich fehlen und einen klaren kugligen Raum im Centrum lassen (Fig. 53 *A*). Dieser Raum kann nicht mit Flüssigkeit gefüllt sein, sonst müssten die feinen Molekeln an seiner Peripherie Bewegung zeigen, die Kernflecke bestehen also aus kugliger, anfänglich nicht scharf begrenzter Masse einer krystallhellen Gallerte. Die im unverletzten Ei noch glatte Blastemschicht buchtet sich freigeworden den Kernflecken entsprechend hügelig vor, ein Beweis, dass jetzt bereits, worauf übrigens schon die Anord-

nung der Molekel hindeutet, die Anziehung des Kerns auf seine Umgebung begonnen hat. Isolirung von Kernen gelingt erst einige Zeit später, wenn die Verdichtung des Blastems um die Kerne zugenommen hat und ein jeder von ihnen in einer hügeligen Hervorragung liegt. Beim Zerreissen des Eies in einer Lösung von chromsaurem Kali erhält man dann häufig Kerne isolirt als kuglige Bläschen von 0,012—0,017 Mm. Durchmesser, an welchen sich ein vollkommen klarer Inhalt und eine ziemlich dünne, aber deutlich als doppelter Contour hervortretende Membran kenntlich machen. Häufig erhält man sie auf weite Strecken in ihrer natürlichen Lagerung innerhalb halbkugliger Verdichtungen des Blastems; lässt man dann einen sehr geringen und allmählichen Druck auf sie einwirken, so verlieren sich die hügeligen Vorsprünge und man hat wieder das Bild des vorigen Stadiums: eine von gerader Linie begrenzte Blastemschicht, in welcher aber jetzt Kerne liegen. Der innere, an den Dotter grenzende Theil des Blastems verflüssigt sich dabei zuweilen, und ich sah ihn einmal mit einem Theil des Dotters unter der zähen Decke der Oberflächenschichte des Blastems hinfliessen; ein Kern nach dem andern löste sich los und wurde mit in's Freie geschwemmt (Fig. 55). Später zeigen sich beim Zerreissen der Eihaut Gruppen kolbiger Fortsätze, deren jeder einen Kern enthält, im Uebrigen aus der unveränderten Masse des Blastems besteht und an seiner Basis noch mit der in den Dotter übergehenden Schicht zusammenhängt (Fig. 60). Sobald auch hier die Abschnürung erfolgt ist, gelingt es einzelne zu isoliren als grosse, matte, solide Kugeln von 0,0309—0,0412 Mm. Durchmesser, in deren Centrum kuglige bläschenförmige Kerne liegen. Diese Zellen besitzen noch keine Membran; werden viele aneinanderliegend einem schwachen Drucke ausgesetzt, so schmelzen sie zu Einer Masse zusammen, während die Kerne unverändert erhalten bleiben; sie bestehen also nur aus Kern und Zelleninhalt, oder nach der von *Max Schultze* wieder eingeführten Bezeichnung: Protoplasma.

Das weitere Wachsthum der Keimhaut geschieht zunächst durch Verlängerung der Zelle auf Kosten des neugebildeten inneren Keimhautblastems. Der einzige Unterschied von dem analogen Vorgange bei Chironomus liegt darin, dass hier das Blastem, während es absorbirt wird, gegen den Dotter hin an Masse noch zunimmt, so dass es anfangs, trotz zunehmender Länge der Zellen gleich breit zu bleiben scheint und erst später vollständig in jene aufgeht (Fig. 54 *A*, *B*, *C*). Hier wie bei Chironomus besteht die Keimhaut, so lange noch nicht die zur Bildung des Keimstreifens führenden Veränderungen eingetreten sind, an der ganzen Peripherie des Dotters nur aus einer einzigen Lage sehr langer, prismatischer Zellen. Bei Musca verursachen selbst die Polzellen nicht eine mehrfache Schichtung, weil sie vollständig getrennt von den Keimhautzellen bleiben.

Auch an den Polen bildet sich ein inneres Keimhautblastem, bleibt

aber nur kurze Zeit sichtbar; sehr bald verdunkelt sich die innere Blastemschicht, indem Dotter an ihre Stelle tritt, oder vielmehr sie dicht durchsetzt (Fig. 57). Dies ist die Einleitung zu einem höchst merkwürdigen Vorgange; der Dotter tritt nämlich in die noch immer wandungslosen Zellen selbst hinein, und erst wenn dies geschehen ist, bildet sich die Zellenmembran. An eine Täuschung ist dabei nicht zu denken, der Vorgang wiederholt sich an allen Punkten der Keimhaut, beginnt aber an den Polen. Die vorher ganz helle Zellenschicht verdunkelt sich von nun an immer mehr (Fig. 59), bis schliesslich kaum noch ein Unterschied wahrzunehmen ist zwischen Zellen und freiem Dotter. Für die Beobachtung der weiteren Entwickelung ist diese Veränderung von grossem Belang, da durch sie die Vorgänge in der Tiefe vollständig verhüllt werden. Der Eintritt des Dotters in die Zellen lässt sich auch an den isolirten Zellen verfolgen, deren inneren, d. h. dem Dotter zugewandten Theil man jetzt mit einer dichten Masse von feinen Dotterfetttröpfchen durchsetzt findet, bis dann später der ganze Zelleninhalt von ihnen erfüllt wird. Auch jetzt isoliren sich die Zellen noch sehr vereinzelt, bleiben meistens auf ihrem gemeinschaftlichen Boden nebeneinander sitzen und fliessen bei länger anhaltendem, schwachem Druck ganz wie früher noch zusammen. Die Zellenbildung ist erst dann als abgeschlossen zu betrachten, wenn, wie kurze Zeit darauf geschieht, die Keimhaut beginnt sich zusammenzuziehen, der erste Schritt zur Bildung des Keimstreifens; alsdann isoliren sich die Zellen sehr leicht und massenweise, enthalten alle mehr oder weniger Fetttröpfchen und besitzen eine deutliche, wenn auch feine Membran; durch Druck fliessen sie nicht mehr zusammen, sondern sie platzen und der Inhalt zerstreut sich nach allen Seiten. Die Bildung der Membran muss begleitet sein von einer Umwandlung des Protoplasma der Zelle, welches vorher festweich war und jetzt flüssig ist; man erkennt sehr deutlich eine lebhafte *Brown*'sche Molekularbewegung innerhalb der Zellenmembran.

In Folge der soeben erwähnten Zusammenziehung der Keimhaut entfernt sie sich an beiden Polen von der Eihülle und es beginnen die Veränderungen, welche zur Bildung des Keimstreifens führen. Bei Musca wird wie bei Chironomus ein wirklicher Keimstreif gebildet, d. h. eine überall scharf begrenzte, den Dotter nicht vollständig überziehende bandartige Lage von Zellen, von welcher zunächst alle weiteren Veränderungen ausgehen und welcher gegenüber die übrigen Theile des Eies nur passive Bedeutung haben. Dennoch unterscheidet sich der Keimstreif von Musca sehr wesentlich von dem der Tipulaceen, indem eine Continuitätstrennung der Keimhaut nicht vorkommt, deshalb auch der Dotter niemals wieder zu Tage tritt, sondern von der Keimhaut überall bedeckt bleibt. Es verhält sich hier ähnlich wie bei Melophagus, wo nach *Leuckart* der Bauchtheil der Keimhaut bei Weitem rascher sich weiterbildet und Umwandlungen eingeht, als der mehr indifferente

Rückentheil — allein es besteht bei Musca auch eine ganz scharfe Grenze zwischen dem Theil der Keimhaut, von welchem die Bildung des Embryo ausgeht und der vorläufig indifferenten Zellenlage des Rückens. Man kann demnach hier in demselben bestimmten Sinne von einem Keimstreifen sprechen, als bei den Insecten mit Continuitätstrennung der Keimhaut. Die Lage desselben ist eine andere als bei den Tipuliden, und ich bin sehr geneigt die Verschiedenheit in der Bildungsweise desselben mit dieser verschiedenen Lagerung in Zusammenhang zu bringen. Bei Musca, wie auch nach *Leuckart* bei Melophagus, nehmen Schwanz- und Kopfende des Keimstreifens von Anfang an die entgegengesetzten Polräume ein und behaupten diesen Platz bis zum Ausschlüpfen des Embryo, während bei den Tipuliden die Länge des Eies im Verhältniss zur Länge des zu bildenden Keimstreifens zu klein ist und derselbe in Form eines grössten Kreises um den Dotter herumgewunden ist, sein Kopf- und Schwanzende dicht aneinanderstossen und letzteres öfters sogar noch in den Dotter hineingekrümmt ist (Simulia, Chironomus). Eine solche Lagerung konnte nur dadurch erreicht werden, dass die Keimhaut zu einem Bande auseinander geschnitten wurde. Wenn nun auch der Unterschied zwischen einem durch Riss entstandenen und einem mit der übrigen Keimhaut in Continuität bleibenden Keimstreifen kein essentieller ist, so muss doch nothwendig die ganze Reihe von Vorgängen, welche das Reissen der Keimhaut herbeiführen, bei der Bildung des Keimstreifens von Musca wegfallen. Die Verdickung am hinteren Eipole, die Bildung eines Schwanz- und Kopfwulstes, die Verdünnung der Keimhaut zwischen beiden, kurz alle Erscheinungen, welche dem Reissen der Keimhaut bei Chironomus vorausgingen, fehlen bei Musca. Das Faltenblatt dagegen spielt hier wie dort eine sehr wichtige Rolle und seine Bedeutung erscheint nach den hier gemachten Erfahrungen noch in etwas anderem Lichte: durch die Ausdehnung des Faltenblattes werden die Grenzen des Keimstreifens bestimmt. Leider stellen sich einer erschöpfenden Beobachtung sehr bedeutende Schwierigkeiten in den Weg, nicht nur macht die bald eintretende vollkommene Undurchsichtigkeit der Keimhaut die Anwendung des durchfallenden Lichtes unmöglich, und es ist bekannt wie schwierig die Erkennung feiner Linien auf der Oberfläche opacer Körper bei stärkerer Vergrösserung ist, sondern es kommt noch hinzu, dass die Beobachtung des ganzen Entwickelungsabschnittes an ein und demselben Ei nicht durchführbar ist, da fast immer schon kurze Zeit nach Entfernung des Chorion die Entwickelung eine abnorme wird, und man deshalb stets der Gefahr ausgesetzt ist, Missbildungen für normale Entwickelungsformen zu nehmen. Ich habe viele Zeit mit solchen, oft sehr regelrecht aussehenden und eine Zeit lang ganz stetig sich weiter fortbildenden Missbildungen verloren.

Die nächste Folge der Zusammenziehung der Keimhaut ist die Bildung

zweier Querfurchen, deren eine nicht ganz um ein Drittel der Eilänge vom vorderen Pole entfernt ist, die andere vor dem hinteren Pole liegt (Fig. 63 u. 64). Beide Furchen entstehen durch eine Faltung der Keimhaut in ihrer ganzen Dicke, Zellenlage und innere Blastemschicht biegen sich in den Dotter hinein (Fig. 63 *vf*). Die vordere Falte läuft schräg vom Bauch gegen den Rücken und zugleich etwas nach hinten um die Keimhaut herum, und schnürt somit den vorderen Theil der Keimhaut als eine »Kopfkappe« ab, während die hintere in entgegengesetzter Richtung schräg gegen den Rücken verläuft, sich aber unterwegs ziemlich stark abflacht. Diese beiden Furchen sind constant, ausser ihnen kommen aber nicht selten noch mehrfache, die Keimhaut nicht vollständig umfassende Falten vor, offenbar in Folge der starken Zusammenziehung der Keimhaut. Unterdessen tritt an der ganzen Bauchseite die Verdunkelung der Zellen durch Eindringen des Dotters ein, und wie aus den folgenden Vorgängen, der Bildung eines Faltenblattes, geschlossen werden muss, die Zellen welche bisher auf Kosten des inneren Blastems gewachsen waren, beginnen sich zu vermehren und es entstehen mehrfache Zellenlagen. Am Rücken bleibt die Zellenschicht länger hell (Fig. 64 *D*) und hier ist es, wo man das gänzliche Aufgehen des inneren Blastems in dieselben vollständig beobachten kann; offenbar beginnt jetzt bereits der Rückentheil der Keimhaut hinter dem Bauchtheile in der Entwickelung zurückzubleiben.

Die Zusammenziehung der Keimhaut findet am Schwanzende in der Richtung gegen den Rücken hin statt, wie aus der rasch sich verändernden Lage der Polzellen (Fig. 64 *pz*) hervorgeht. Dadurch dass die Keimhaut sich hier von der Dotterhaut zurückzieht, treten die Polzellen, welche vorher in eine flache Grube eingebettet kaum sichtbar waren, wieder hervor und liegen als rundlicher Haufen kleiner, kugliger Zellen auf der Mitte der hinteren, jetzt schräg gegen den Rücken hin abgestutzten Fläche. Bald wendet sich diese noch mehr gegen den Rücken, die Polzellen werden in dieser Richtung mit vorgeschoben und gelangen schliesslich auf die Rückenfläche der Keimhaut, wo sie als kreisrundes Zellenconglomerat in ziemlicher Entfernung vom hinteren Ende auf der Fläche der Keimhaut erkannt werden können.

Ehe sie aber so weit vorgerückt sind, beginnt die Bildung des Faltenblattes, indem sich parallel dem hinteren im Polraum gelegenen Rande der Keimhaut ein Faltenrand auf der Keimhaut zeigt, der bis auf die dorsale Fläche derselben läuft und dort unmittelbar vor den Polzellen die Mittellinie überschreitend in einen gleichen Faltenrand der anderen Seite übergeht. Am Bauche reicht derselbe anfänglich nur sehr wenig nach vorn. Diese Falte ist durchaus anderer Natur als die oben beschriebenen Querfalten, sie verdankt ihre Entstehung nicht einer Einbiegung der Keimhaut in ihrer ganzen Dicke, sondern zeigt einen ganz dünnen, scharfen Rand, besitzt also eine viel zu geringe Dicke, als dass die Zellen

der Keimhaut in ihrer ursprünglichen Länge in sie eingegangen sein könnten. Daraus folgt, dass ihrer Bildung eine Theilung der Keimzellen vorhergegangen sein muss und dass sodann nur die äussere Lage der verkleinerten Zellen in die Faltenbildung eingegangen ist. Am Rücken treten die Ränder der Falte kurz nach ihrer Entstehung am stärksten hervor. Unmittelbar hinter der medianen Brücke, durch welche beide Hälften der Falte zusammenhängen, zieht sich die Keimhaut etwas von der Dotterhaut zurück und es entsteht eine Lücke zwischen beiden. Bis zu diesem Punkte lassen sich die Polzellen verfolgen; hier angekommen werden sie von den seitlich überstehenden Rändern der Falte bedeckt und verschwinden, wahrscheinlich um mit den Zellen der Keimhaut sich zu vereinigen. Kurz nachdem auf diese Weise am hinteren Ende der Keimhaut die Bildung eines Faltenblattes eingeleitet wurde, entsteht am vorderen eine Kopffalte, deren Bildung aber weit schwieriger zu verfolgen ist. Sie zeigt sich als ein dem Rande des Eies paralleler, also längslaufender Faltenrand, und scheint vom Rücken her auf den Bauch hinüber zu wachsen. Wenigstens fand ich öfters am Rücken in der Nähe des vorderen Pols eine Einbuchtung der Keimhaut, nach deren wallartigem Rand eine feine, etwas buchtige Linie auf der Oberfläche der Keimhaut hinlief; diese Einbuchtung schien sodann nach vornen vorzurücken, um den Pol umwachsend auf die Bauchseite zu gelangen.

Ein nicht unerheblicher Unterschied in der Bildung des Faltenblattes bei Chironomus und bei Musca liegt darin, dass bei letzterer Kopf- und Schwanzfalte von vornherein in grösserer Ausdehnung auftreten, dagegen aber auch eine weit geringere Dicke besitzen und viel weniger die äussere Gestalt der Keimhaut verändern, während bei Chironomus vorzüglich die Kopffalte im Moment ihrer Bildung den Anschein einer Halbirung der ganzen Kopfkappe hervorbringt. Sehr kurze Zeit nachdem die Keimhaut begonnen hat sich zusammenzuziehen, etwa zwanzig Minuten später, lässt sich bei auffallendem Lichte der feine, scharfcontourirte, etwas aufgeworfene Rand der beiden Falten, der Kopf- und der Schwanzfalte, in der Seitenlage sehr deutlich erkennen (Fig. 65 *fb*). Beide Ränder laufen in etwas welliger Linie dem convexen Eirande parallel und stossen sehr bald in der Mitte zusammen, so dass dann eine continuirliche Linie über die Oberfläche der Keimhaut hinzieht. Den Vorgang der Verschmelzung beider Falten gelang es öfters direct zu beobachten. Später wächst dann das Faltenblatt, während seine Ränder immer regelmässiger und gestreckter werden, gegen die Mittellinie des Bauches hin. Ob es sie erreicht und also den Keimstreif vollständig überzieht oder schon früher mit demselben verschmilzt, habe ich nicht ermitteln können, wahrscheinlich verdünnt es sich bei weiterem Vorwachsen so stark, dass es bei schwacher Vergrösserung, wie sie die Undurchsichtigkeit des Objectes erheischt, nicht mehr wahrgenommen werden kann. Eine Unterbrechung erleidet der Verlauf der

Faltenblattränder durch die am Anfange beschriebene vordere Querfurche, welche sich nach Bildung desselben noch mehr vertieft und vor welcher eine zweite Querfurche entsteht, welche von der Mittellinie des Bauches aus nach vorn und dem Rücken zu läuft, ohne indessen letzteren zu erreichen (Fig. 66 *cf*). Die beiden Furchen convergiren gegen die Mittellinie des Bauches, und zwischen ihnen bleiben dreieckige, mit der Spitze der Mittellinie zugewandte Wülste (*xw*) stehen, über welche, wie es scheint, das Faltenblatt sich hinüberschlägt; wenigstens setzt sich von dem Vorderrande des dreieckigen Wulstes aus eine feine Linie schräg nach vorn und gegen die Mittellinie des Bauches hin fort (*fb'*). In der Ventralansicht (Fig. 67) erkennt man, dass die beiden Furchen in der Mittellinie nicht unmittelbar zusammenstossen, sondern durch eine kurze mediane Furche verbunden zusammen eine *x* förmige Figur bilden. Die hintere Furche besitzt eine bedeutende Tiefe, und die dreieckigen Wülste selbst erreichen nicht die Mittellinie, sondern flachen sich ab und werden zu Vertiefungen. Auch den Rand des Faltenblattes habe ich mehrmals als eine dem Eirande parallellaufende Linie bis zu der Querfurche verfolgen können (*fb*), niemals aber weiter nach vorn, was kaum Wunder nehmen kann bei der ungemeinen Abhängigkeit solcher Bilder von der günstigsten Beleuchtung. Die Querfurche, welche früher vor dem Schwanzwulst die Keimhaut ringförmig umzog, ist gleich nach Bildung der Schwanzfalte bei dem Nachlasse der Zusammenziehung verschwunden.

Während Solches an der Bauchseite der Keimhaut vor sich geht, verändert sich der Rückentheil in folgender Weise. Die oben erwähnte, auf dem Rücken liegende Brücke zwischen den beiden symmetrischen Hälften der Schwanzfalte spaltet sich in der Mittellinie und zwar wahrscheinlich schon bald nach dem Verschwinden der Polzellen, ihre beiden Ränder bleiben hier dicht aneinander liegen, weichen aber nach vorn auseinander bis zur Mitte der Eilänge, um von da ab zu convergiren und vor dem vorderen Pole zusammenzustossen [1]). Vom Bauche aus bis zu diesen auf dem Rücken hinziehenden Rändern ist die Keimhaut vom Faltenblatte vollständig überzogen, und damit ist der Keimstreif gebildet, denn nur der vom Faltenblatte überzogene Theil der Keimhaut nimmt an den nächsteintretenden Metamorphosen Theil, und erst später, wenn die typischen Abtheilungen des Körpers angelegt und ihre Anhänge bereits in der Ausbildung weit vorgeschritten sind, treten auch am Rücken weitere Umwandlungen ein. Nach Bildung des Keimstreifens verschwinden allmählich die dreieckigen Querwülste (*xw*) im vorderen Theile des Keimstreifens; sie sind also weder definitive Theile, noch auch bilden sie sich in solche um, und ich

1) Ein Stück dieses dorsalen Randes ist in Fig. 66 *fb''* zu erkennen, die dorsalen Ränder in ihrer ganzen Ausdehnung in Fig. 70 *rfb*, welche aber ein späteres Stadium darstellt.

bin ausser Stand zu sagen, aus welchen Ursachen sie resultiren und welchen Bauzwecken sie dienen. Allerdings scheint die hintere der beiden Querfurchen zu persistiren, um später die hintere Grenze des Kopfes zu bilden, allein auch dies kann ich nicht mit Bestimmtheit behaupten, da ich nie an einem Ei die Entwickelung vollständig beobachten konnte.

Zwei Stunden nach der Zusammenziehung der Keimhaut lassen sich an dem Embryo nur mit grösster Mühe einige Linien unterscheiden, da derselbe die Dotterhaut vollkommen ausfüllt und Nichts mehr von den tiefen Furchen aufweist, welche die dreieckigen Querwülste einschlossen, bald aber tritt die Bildung der Keimwülste ein, kenntlich an einer medianen Furche, welche den Keimstreif in seiner ganzen Länge durchzieht. Bei geeigneter Beleuchtung lässt sich dieselbe auf der ganzen Bauchseite hin verfolgen und tritt am Schwanzende als herzförmiger Einschnitt hervor, während die vordere Spitze des Keimstreifens anfänglich von einer Längsfurche nicht durchzogen wird (Fig. 68). Dagegen bildet sich hier eine quere Einziehung, die Mundeinziehung (*m*), durch welche der Vorderkopf (*vk*) beginnt, sich von den Keimwülsten abzuschnüren. Das Verhältniss des Vorderkopfes zu den Keimwülsten ist hier offenbar dasselbe wie bei Chironomus. Wenn auch die Undurchsichtigkeit des Embryo ein vollständiges Verfolgen des Verlaufes der Keimwülste nicht erlaubt, so geht doch gerade aus der frühesten Anlage derselben hervor, dass sie sich nicht in den Vorderkopf fortsetzen, sondern hinter der Mundspalte auseinanderweichen, um an den Seiten des Vorderkopfes gegen den Rücken hin zu ziehen; die mediane Furche zwischen den Keimwülsten läuft bis zur Mundspalte, wo sie einen tiefen, herzförmigen Einschnitt veranlasst, aus dessen Gestalt ein einfaches Umschlagen der Keimwülste in die Mundspalte sich nicht herleiten lässt.

Nach Anlage der Keimwülste erfolgt sehr rasch hintereinander die Bildung der Urtheile des Kopfes, welche bei Musca eben so vollständig vorhanden sind wie bei Chironomus, obgleich bekanntlich die Larve unter die sogenannten kopflosen gehört, und in der That ihr erstes, dem Kopfe entsprechendes Segment sich nur wenig von den Leibessegmenten unterscheidet. Die Anlage des Kopfes nimmt etwa ein Drittel der Länge des Keimstreifens ein, und die hintere Grenze desselben wird durch eine Querfurche bezeichnet, welche schräg um den Keimstreifen herumläuft und möglicherweise identisch ist mit der Furche, welche die Kopfklappe abschnürte.

Unmittelbar nach Entstehung der Mundeinziehung setzen sich von ihr aus Furchen gegen den Rücken hin fort und schnüren den Vorderkopf als selbstständigen Theil ab. Etwas später bilden sich zwischen Mundspalte und hinterem Kopfrande drei querlaufende, tiefe und schmale Furchen, welche die Keimwülste in drei Kopfsegmente theilen. In halber Rückenansicht sieht man, wie ein scharfer, wulstiger Rand dieselben

gegen den Rücken hin begrenzt, um hinter dem letzten Segmente sich der Mittellinie des Bauches zuzuwenden. Es ist dies der ventrale Rand der sich bildenden Scheitelplatten, deren vorderer Rand quer vom Bauche nach dem Rücken zieht und durch die Abschnürung des Vorderkopfes gebildet wird, während der dorsale mit dem dorsalen Rande des Keimstreifens zusammenfällt.

In welcher Weise sich das Faltenblatt zur Bildung der Urtheile des Kopfes verhält, lässt sich nicht ermitteln; ob es sich wie bei Chironomus in der Mittellinie des Bauches spaltet und auf die Seitentheile der Keimwülste zurückzieht, ob aus ihm die Scheitelplatten sich bilden, darüber lassen sich nur Vermuthungen aufstellen.

Von den Kopfsegmenten entspringen die Kopfanhänge, deren auch hier drei Paare vorhanden sind, Mandibeln, erstes und zweites Maxillenpaar. Sie zeigen sich zuerst als rundliche Plättchen, nach aussen von bogenförmigem Rande begrenzt, nach innen ohne Grenzlinie in die Keimwülste übergehend; ihre querlaufenden Ränder (vordere und hintere) sind anfänglich noch sehr schwach ausgebildet (Fig. 69 *md*, mx^1, mx^2). An Breite sind sich die Anhänge ziemlich gleich, dagegen stehen an Länge die Mandibeln hinter den beiden Maxillen zurück, ihre äusseren Ränder liegen der Mittellinie näher, und da die ventralen Ränder der Scheitelplatten (*schp*) die Anhänge nach aussen begrenzen, so springen dieselben in der Höhe der Mandibeln bedeutend weiter gegen die Mittellinie vor, als weiter hinten, wo die beiden Maxillenpaare, und zwar vorzüglich das vordere, weit auf den Rücken hinübergreifen (Fig. 70 mx^1, mx^2). Anfänglich sind die Mandibeln in der Seitenansicht noch sichtbar (Fig. 91 *md*), bald aber nähern sich die ventralen Ränder der Scheitelplatten noch mehr der Mittellinie und verdecken dieselben von der Seite her vollständig (Fig. 92). Die Mandibeln liegen zur Zeit ihrer Bildung vom Lippenrande der Keimwülste etwas entfernt, dieser Rand selbst zeigt, wie oben erwähnt, einen scharfen medianen Einschnitt, und auch der Vorderkopf wird häufig auf seiner ventralen, etwas convex vorgewölbten Fläche von einer Längsfurche durchzogen, welche auf seiner Rückenfläche niemals fehlt. Es scheint dass anfänglich die dorsalen Ränder des Keimstreifens, d. h. des Faltenblattes, erst auf der Spitze des Vorderkopfes zusammenstossen, und dass daher eine tiefe Furche auf dem Rücken desselben so lange bestehen bleibt, bis die Verwachsung dieser Ränder in der Mittellinie eingetreten ist. Dies geschieht kurz nachdem die Anhänge gebildet sind, und dann stossen die Ränder des Keimstreifens in der Höhe der Scheitelplatten zusammen (Fig. 70).

Die Keimwülste verlaufen bis an das Schwanzende des Embryo und lassen sich in Halbprofilansicht als parallellaufende Linien leicht erkennen. Die sie trennende mediane Längsfurche setzt sich noch etwas auf den Rücken hin fort, wahrscheinlich bis zu der Afteröffnung, auf deren Bildung ich im zweiten Abschnitte zurückkomme, und das hintere

Ende des Embryo erscheint deshalb jetzt herzförmig eingeschnitten (Fig. 69 u. 70). Mit der Bildung der Keimwülste und der Urtheile des Kopfes ist die erste Entwickelungsperiode beendigt. Wenn leider auch viele Lücken in der Beobachtung bleiben mussten, welche wohl nur durch Auffindung eines der Untersuchung günstigeren Muscideneies ausgefüllt werden können, so geht doch aus dem Thatsächlichen so viel hervor, dass im Allgemeinen eine grosse Uebereinstimmung mit den Vorgängen des ersten Entwickelungsabschnittes bei den Tipulaceen besteht. Die Bildung der Keimhaut ist ganz dieselbe, bei beiden wird ein wirklicher, scharf begrenzter Keimstreif gebildet, wenn auch auf verschiedene Weise, und seine Bildung wird eingeleitet und begleitet von der Bildung zweier Falten, welche die Embryonalanlage überwachsen, zu einem oberflächlichen Blatte verschmelzen und durch ihre Ausdehnung die Grenze des Keimstreifens bestimmen. Die Theilung des Keimstreifens in symmetrische Hälften, die Keimwülste, ist beiden gemeinsam, ebenso wie die Trennung des Vorderendes des Embryo in die Urtheile des Kopfes.

B. **Zweite Entwickelungsperiode.**

Die Zusammenziehung der Keimwülste mit den sie begleitenden Erscheinungen bis zu beginnender Verschmelzung des zweiten Maxillenpaares.

Die zweite Entwickelungsperiode charakterisirt sich durch Zusammenziehung der Keimwülste, welche aber keine totale ist, wie bei Chironomus, sondern die sich auf den Kopftheil der Keimhaut beschränkt. Der Körpertheil derselben erfährt sogar eine, wenn auch nur passive Ausdehnung, die Folge der Verkürzung des Kopfes; die Zusammenziehung bewirkt daher nicht eine durchgehende Lageveränderung der Embryonalanlage, wie bei Chironomus, sondern sie verändert nur das Grössenverhältniss zwischen den einzelnen Hauptabschnitten (Kopf und Leib) und bahnt zugleich die definitive Lagerung der Anhänge an.

Die Letzteren rücken nach vorn und machen zugleich eine drehende Bewegung, welche, weniger auffallend als bei Chironomus, doch darauf hindeutet, dass die Anhänge auf bogenförmig gekrümmter Basis aufsitzen, d. h. dass die Keimwülste an der Mundspalte auseinanderweichen und von den Scheitelplatten bedeckt gegen den Rücken hinlaufen. Das gänzliche Fehlen eines Antennenfortsatzes lässt diese Drehung, die durch einen höchst eigenthümlichen Entwickelungsgang der Mandibeln bereits etwas versteckt wird, weniger hervortreten. Das Ende der Entwickelungsperiode ist nicht so scharf bezeichnet als der Anfang, da sich die Beendigung der Zusammenziehung der Keimwülste nicht durch eine bestimmte Lagerung der Theile kennzeichnet, und eine Verkürzung des Kopfes auch nachher noch stattfindet durch Verkleinerung seiner einzelnen Theile. Die Bildung der Ursegmente des Leibes, die Schliessung des

Kopfes auf dem Rücken und die beginnende Verwachsung des zweiten Maxillenpaares zur Unterlippe gehören in diesen Abschnitt, dessen Ende ich in einem eigenthümlichen Vorgange finde, dem Umbeugen des Vorderkopfes, durch welchen die letzte zur definitiven Gestaltung des Kopfes erforderliche Metamorphose eingeleitet wird. Die von diesen Entwickelungsmomenten begrenzte Periode entspricht in der Hauptsache vollkommen dem zweiten Entwickelungsabschnitte bei Chironomus, mit dem einzigen Unterschiede, dass bei Musca, entsprechend der im Allgemeinen überaus raschen Entwickelung, der Beginn einer organologischen Differenzirung der embryonalen Zellenmasse noch in das Ende des zweiten Abschnittes fällt, und ebenso die damit zusammenhängende Anlage des Darmes.

Gleich nach dem Hervorsprossen der Kopfanhänge beginnt die Zusammenziehung der Keimwülste, in Folge deren der Kopftheil der Embryonalanlage, welcher anfänglich etwa ein Drittel der ganzen Eilänge einnahm, schliesslich auf weniger als ein Zehntel derselben reducirt wird um in der dritten Entwickelungsperiode zum kleinsten der typischen Leibesabschnitte zu werden.

Während die Anhänge langsam nach vornen rücken, grenzen sie sich zugleich schärfer voneinander und von den Keimwülsten ab, erhalten jetzt zu dem früher schon vorhandenen halbkreisförmig gebogenen äusseren Rande einen vorderen und hinteren Rand, welche ziemlich gerade in querer Richtung gegen die Mittellinie hinziehen, letzterer bei dem hinteren Maxillenpaare zugleich den hinteren Rand des Kopfes bezeichnend. Die vorderen Maxillen werden sodann durch fortgesetztes Vorrücken der hinteren Maxillen an die Seite gedrängt, so dass sie zwischen hintere Maxillen und Scheitelplatten zu liegen kommen (Fig. 71). Sie nehmen zugleich eine aufrechte Stellung ein, d. h. ihre Längsaxe fällt nahezu mit der des Körpers zusammen, und während ihre schmälere Basis auf dem hinteren Kopfrande aufsteht, wird der frühere Innenrand zum breiten, sanft gebogenen Vorderrande (Fig. 73).

Die Mandibeln entwickeln sich in folgender, höchst eigenthümlicher Weise. Anfänglich haben sie ähnliche Lage und Gestalt wie die Mandibularanhänge von Chironomus bei Beginn ihrer Entstehung, sie liegen den Keimwülsten flach auf und unterscheiden sich von den gleichen Theilen bei Chironomus nur durch ihre im Verhältniss zu den Maxillaranhängen geringere Grösse (Fig. 69 *md*). Bei beiden Insecten stossen sie in der Mittellinie zusammen, sobald sie einen inneren Rand bekommen haben, bei Chironomus aber entfernen sie sich später voneinander, da der Boden, auf welchem sie nach vornen rücken: die Kopfwülste an der Mundspalte auseinanderweichen; hier kommen deshalb die Mandibeln seitlich von der Mundspalte zu stehen. Bei Musca ist es anders. Die Mandibeln entfernen sich während ihres durch die Zusammenziehung der Kopfwülste eingeleiteten Vorrückens nicht voneinander,

sondern bleiben mit ihren Innenrändern dicht aneinander liegen. Ihr grösster Durchmesser, der anfänglich quer lag, kommt allmählich in die Längsrichtung zu liegen, weniger durch Drehung der Anhänge als durch Auswachsen derselben in dieser Richtung, und zugleich schliesst sich eine Spalte, welche anfänglich noch zwischen dem vorderen Theile ihrer Innenränder blieb, so dass es keinem Zweifel unterliegt, dass hier eine Verwachsung eingeleitet wird. Die Mandibeln verschmelzen zu einem unpaaren zahnartigen Organ, auf welches ich später wieder zurückkommen werde. Geraume Zeit, ehe diese Verschmelzung eintritt, besitzen die Mandibeln schon die Gestalt dreieckiger Plättchen mit breiterer, rückwärts gerichteter Basis und abgerundeter, nach vorn sehender und etwas nach aussen umgekrümmter Spitze (Fig. 71 *md*); ihr äusserer Rand ist schwach convex gebogen, der innere gerade und in seinem hinteren Theile mit dem Innenrande seines Partners verschmolzen. Etwas später überragen dann die rundlichen Spitzen der Mandibeln den Lippenrand der Keimwülste (*lkw*), der deutlich durch sie hindurchschimmert, und wenn endlich die inneren Ränder sich in ihrer ganzen Länge aneinander geschlossen haben, so bleiben nur die Spitzen als herzförmig eingeschnittener Rand noch selbstständig (Fig. 75 *md*). Bis zur vollkommenen Verschmelzung lässt sich die Umwandlung nicht verfolgen, da die Mandibeln der weiteren Beobachtung entzogen werden. Es geschieht dies durch eine eigenthümliche Veränderung in der Lage des Vorderkopfes, durch welche sie von diesem bedeckt werden.

Der Vorderkopf hat sich nämlich inzwischen von den Scheitelplatten vollständig abgeschnürt und stellt einen hohen, dicken, vorn quer abgestutzten Zapfen vor, von vierseitig prismatischer Gestalt, dessen ventrale Fläche convex vorgewölbt keine mediane Furche mehr aufweist, so wenig als die hintere, mehr ebene Fläche. Wenn nun die vorderen Maxillen vollkommen aufgerichtet zwischen Scheitelplatten und hinterem Maxillenpaare eingeklemmt stehen und die Mandibeln beinah vollständig verwachsen den Lippenrand der Keimwülste überragen, fängt der Vorderkopf an sich gegen den Bauch zu krümmen und beugt sich in Kurzem soweit herab, dass seine vordere, querabgestutzte Fläche zur ventralen wird, die ventrale aber die Mundspalte überdeckt und dicht auf den Lippenrand der Keimwülste zu liegen kommt (Fig. 74). Keimwülste und Vorderkopf stossen mit ganz gerader Querlinie aufeinander, und vor dieser sieht man dann den Vorderrand der Mandibeln durchschimmern (Fig. 75). Die Mandibeln liegen jetzt in der Mundspalte selbst, die eben der Raum zwischen Vorderkopf und Keimwülsten ist, und rücken später noch tiefer in dieselbe hinein, wie aus der andauernden Verkürzung des Kopfes hervorgeht. Auch der Vorderkopf hat mit der Umbeugung auf die Keimwülste das Ende seiner Umwandlungen noch nicht erreicht; höchst merkwürdiger Weise nimmt er an der äusseren Begrenzung des Larvenkopfes gar keinen Antheil und stülpt sich voll-

ständig nach innen um, wie im dritten Abschnitte näher zu schildern sein wird.

Während dieser Vorgänge hat das hintere Maxillenpaar begonnen sich zur Unterlippe umzuwandeln. Dasselbe ist mit dem hinteren Kopfrande, auf welchem es mit breiter Basis aufsteht, nach vorn gerückt und reicht jetzt mit seinem vorderen Rande fast bis an den umgebogenen Vorderkopf (Fig. 75 mx^2). Jede einzelne Maxille hat eine dreieckige Gestalt, die inneren geraden Ränder liegen in der Mittellinie unmittelbar aneinander und gehen nach vorn in die abgerundeten Spitzen über, welche zusammen einen herzförmig eingeschnittenen Rand bilden. Vollständige Verschmelzung tritt auch hier erst in der dritten Periode ein.

Es bleibt noch übrig die Veränderungen der Scheitelplatten zu verfolgen. Im Beginn des zweiten Abschnittes waren dieselben noch nicht vollständig ausgebildet, es fehlte ihnen der hintere Rand (Fig. 91 *schp*); bald indessen bildet sich, etwas weiter nach vorn gelegen als der hintere Rand des Kopfes, eine feine, gerade Querfurche, welche die Scheitelplatten vom Körpertheile des Keimstreifens abschnürt (Fig. 72 u. 92 *hr*). Hinter dieser entsteht eine zweite, ventralwärts mit jener convergirende Furche, so dass dann ein auf dem Rücken breiter, gegen den Bauch zu sich verjüngender Querwulst zwischen Kopf und Leib zu liegen kommt. Die Scheitelplatten sind sodann von allen Seiten durch scharfe Linien begrenzt und stellen zwei fast vollständig getrennte Platten dar, welche auf dem Rücken weit auseinanderklaffen (Fig. 72 *schp*) und nur ganz vorn mit ihren Rändern zusammenstossen. Von diesem Vereinigungspunkte aus biegen sie um und laufen als ziemlich dicke Wülste an der Seite des Vorderkopfes gegen die Medianlinie des Bauches hin. So lange die Mandibeln noch nicht vom Vorderkopfe bedeckt werden, springt der innere Rand der Scheitelplatten stark gegen die Mittellinie hin vor und trifft an dem Winkel zwischen vorderer und hinterer Maxille auf den soeben beschriebenen hinteren Rand (*hr*). Später werden durch das Vorrücken der hinteren und das seitliche Zurückweichen der vorderen Maxillen die Scheitelplatten mehr gegen den Rücken hingedrängt, der an die Mandibeln grenzende Vorsprung verliert sich und zwischen Scheitelplatten und Mandibeln treten, wie oben bereits erwähnt, die vorderen Maxillen (Fig. 73). Während so die Scheitelplatten an der Bauchseite zurückgedrängt werden, vergrössern sie sich auf dem Rücken. Ihre dorsalen Ränder wachsen gegeneinander, und die Spalte zwischen ihnen beginnt, von vorn nach hinten vorschreitend, sich zu schliessen. Am Ende dieses Entwickelungsabschnittes ist die Spalte vollständig, oder nahezu vollständig geschlossen und damit der Kopf als ein Ganzes gebildet (Fig. 76).

Während dieser Vorgänge am Kopftheile des Embryo bilden sich am Körpertheile die Ursegmente, und zwar fällt ihre Bildung noch in den Anfang dieser Periode. Zehn quere Furchen theilen den Keimstreif

in elf anfänglich ziemlich gleichgrosse Abschnitte, deren jeder wieder durch die zwischen den Keimwülsten verlaufende Längsfurche in zwei symmetrische Hälften getheilt wird (Fig. 71). In Uebereinstimmung mit den Beobachtungen an Chironomus, wie mit den Angaben welche *Leuckart*, *Zaddach* und *Kölliker* in Bezug auf Insecten, *Claparède* in Bezug auf Arachniden gemacht haben, schreitet die Segmentirung der Keimwülste von vorn nach hinten fort, auch geht, hier wie bei Chironomus und nach *Leuckart* auch bei Melophagus, der Abtheilung in scharf geschiedene Abschnitte eine unregelmässig wellige Biegung der Oberfläche der Keimwülste voraus. Letztere besitzen von Anfang an ihre definitive Länge, wachsen während der Bildung der Ursegmente nicht mehr und es verhält sich also hier anders als bei den Spinnen, bei welchen *Claparède* die Bildung der Ursegmente des Abdomens von einer steten Verlängerung der Schwanzkappe begleitet sah, ein Umstand, dessen Erklärung in dem ungewöhnlich frühzeitigen Auftreten der Segmentirung zu suchen sein wird.

Sobald die Ursegmente angelegt sind beginnt die Schliessung des Rückens, ohne jedoch schon in dieser Periode vollständig erreicht zu werden. In demselben Maasse als die Scheitelplatten auf dem Rücken sich einander nähern, wachsen auch die dorsalen Ränder der Ursegmente gegeneinander und verengen die anfänglich sehr breite Spalte auf dem Rücken. Die Fläche dieser Spalte behält dabei dieselbe Beschaffenheit, die sie auch vorher hatte, sie ist glatt und zeichnet sich durch eine gelblichere Färbung aus (bei auffallendem Licht), davon herrührend, dass der Dotter durch die nur dünne Zellenlage durchschimmert. Am Ende dieses Entwickelungsabschnittes besitzt die Spalte noch immer eine ziemlich bedeutende Breite, ist in der Mitte am breitesten und verschmälert sich allmählich nach vorn und hinten (Fig. 76).

Die Bildung der Hinterleibsspitze des Musca-Embryo unterscheidet sich einigermaassen von dem entsprechenden Vorgange bei Chironomus, insofern hier nicht ein förmliches Umklappen des Keimstreifens auf den Rücken stattfindet wie dort und wie bei Phryganea. Indessen greift auch hier der Keimstreif von Anfang an auf den Rücken über, und der Rückentheil des letzten Segmentes bildet sich aus diesem kappenartig übergreifenden Theile. Man kann hier sehr wohl von einer Schwanzkappe sprechen, die dadurch zu Stande kommt, dass die Ränder des Faltenblattes, wie oben beschrieben wurde, am Schwanzende des Embryo mit einem Bogen sich auf den Rücken hinaufziehen. Indessen ist dieser Rückentheil der Schwanzkappe nur sehr klein, so dass nach Bildung der Ursegmente das letzte derselben (das elfte) nur zum Theil, nicht aber vollständig wie bei Chironomus gegen den Rücken hin geschlossen ist (Fig. 72). Erst allmählich, durch Gegeneinanderwachsen der Ränder des Keimstreifens, findet diese Schliessung statt (Fig. 76). Sehr eigenthümlich ist das Verhalten des Faltenblattes zur Afterbildung. Es wurde

im ersten Abschnitte erwähnt, dass sich dasselbe, soweit es auf dem Rücken liegt, spalte, und in der That ist diese Spaltung, welche höchst wahrscheinlich in der ganzen Länge des Keimstreifens erfolgt, dort aber nicht wahrgenommen werden konnte, hier sehr leicht zu constatiren; das Faltenblatt spaltet sich, seine beiden Ränder aber entfernen sich nicht voneinander, sondern bleiben dicht aneinander liegen, um kurze Zeit darauf, wenn die Ursegmente entstanden sind und der Rücken des elften Ursegmentes nach vorn sich schliesst, wiederum miteinander zu verschmelzen. Bevor dies geschieht, berühren sich die Ränder des Faltenblattes nur in einer ganz kurzen Strecke, da sie nicht nur nach vorn, sondern auch nach hinten auseinanderweichen und somit anzudeuten scheinen, dass hier wie bei Chironomus die Hälften des gespaltenen Faltenblattes sich auf die Seitentheile der Keimwülste zurückziehen. Der hintere Theil des letzten Ursegmentes ist in dieser Periode auf dem Rücken vom Faltenblatte nicht bedeckt, die Ränder des Letzteren ziehen sich an den Seitenflächen des Segmentes vom Bauche her dorsalwärts und stossen erst in der Mittellinie des Rückens unter spitzem Winkel zusammen (Fig. 72 bei *a*). An dieser Stelle entsteht der After innerhalb einer queren Furche, welche die Afterfurche heissen mag. Wenn auch die directe Beobachtung über die Art und Weise dieser Entstehung keinen Aufschluss giebt, so ist es doch klar, dass man sich die Afteröffnung hier auf ganz ähnliche Weise entstanden denken kann als bei Chironomus, nämlich so, dass die Decke des Enddarmes durch den nicht gespaltenen, oder vielmehr wieder zusammenverschmolzenen Theil des Faltenblattes gebildet wird, das Lumen selbst aber durch Ueberbrückung der Längsfurche zwischen den Keimwülsten. Zur Zeit der Entstehung des Afters ist der Rücken des letzten Segmentes noch nicht vollständig geschlossen, wenn dies aber später geschehen ist, so bildet sich dann eine zweite Querfurche auf dem Rücken, in welcher sich die zwei hinteren Stigmen, die einzigen der jungen Larve, ausbilden; ich nenne sie die Stigmenfurche. Zwischen Stigmenfurche und Afterfurche bleibt dann ein breiter, zapfenartiger Wulst stehen, die eigentliche hintere Fläche des Segmentes, auf welcher zuerst eine mediane Naht hinläuft, der Ueberrest der medianen Längsfurche zwischen den Keimwülsten; diese verwischt sich aber bald und bleibt nur an ihrem Anfange, d. h. an der Stelle der Aftermündung, noch als dreieckige, mit der Spitze gegen den Rücken gerichtete Grube bestehen. Anfangs erscheint daher der Zapfen in der Rückenansicht herzförmig eingeschnitten, später verliert sich der Einschnitt hier sowohl wie auch am ventralen Theile des Segmentes.

In der Mitte der zweiten Entwickelungsperiode tritt eine Trennung der embryonalen Zellenmasse in eine oberflächliche und tiefe Schicht ein, zuerst kenntlich an einem ziemlich dicken, etwas helleren Rande (Fig. 75 *h*), der überall im Verlauf der Keimwülste sichtbar wird, und aus welchem sich später die Zellenlage der äusseren Haut

und die Hautmuskeln bilden. Diese Differenzirung entspricht vollkommen der bei Chironomus in der dritten Entwickelungsperiode eintretenden Differenzirung der Zellenmasse, sie ist eine rein organologische und histologische Scheidung und kann mit den Keimblättern der Wirbelthiere in keiner Weise verglichen werden. Mit dem Faltenblatte steht sie in keiner Beziehung, von diesem ist schon geraume Zeit vor ihrem Eintritt nichts mehr zu bemerken. Gleichzeitig mit dem Sichtbarwerden einer Hautschicht legen sich in der Tiefe die drei Darmtheile an, Vorderdarm, Mitteldarm und Hinterdarm, und lassen sich zuweilen durch Ausüben eines Druckes auf das Ei durch die äusseren Theile hindurch erkennen (Fig. 75 *md*, *hd*); ich verspare indessen ein näheres Eingehen auf die Entstehung dieser, sowie der übrigen inneren Organe des Embryo auf den als Anhang der dritten Entwickelungsperiode beigegebenen histologischen Theil.

Hier sei nur noch des Modus gedacht, nach welchem sich die Zellen der Embryonalanlage bis zum Eintritt der organologischen Differenzirung vermehren. Es geschieht dies keineswegs ausschliesslich durch Zweitheilung der Zellen, wie man seit *Remak* allgemein annahm, sondern es kommen Zellenformen vor, welche noch auf einen zweiten Modus der Zellenfortpflanzung schliessen lassen. Es finden sich nämlich neben den oben beschriebenen kugligen Zellen mit einfachem Kern eine nicht unbedeutende Anzahl viel grösserer, im isolirten Zustande ebenfalls kugliger Zellen, welche eine Menge kleiner Kerne einschliessen (Fig. 61 *e*). Sie enthalten daneben viel feinkörnige dunkle Fettkörnchen, welche nicht selten hofartig um die Kerne gruppirt sind. Je grösser die Anzahl der Kerne ist, um so kleiner werden die einzelnen von ihnen, so dass hieraus, in Verbindung mit dem Umstande, dass niemals ein grösserer Kern zwischen den kleinen gefunden wird, den man als unverändert persistirenden ersten Zellenkern ansprechen könnte, geschlossen werden muss, dass die kleinen Kerne durch fortgesetzte Theilung des ersten Zellenkerns entstanden sind. Damit stimmt es auch, dass die Zahl der Kerne mit der Grösse der Zelle im Verhältniss steht. Bei den grössten, 0,051—0,061 Mm. im Durchmesser haltenden Zellen beläuft sich ihre Anzahl auf dreissig, während von da an abwärts eine jede Zahl bis zu zwei Kernen gefunden wird, die in letzterem Falle zweifellos durch Theilung des ersten Kernes entstanden sind (Fig. 61 *dd*). Theilungserscheinungen an den Zellen selbst habe ich trotz vielfach wiederholter Untersuchung niemals mit Sicherheit beobachtet, dass aber dennoch der grösste Theil der Zellen durch Theilung entsteht, ist nicht zu bezweifeln. Wie später gezeigt werden soll, finden sich auf gewissen Entwickelungsstufen vieler inneren Organe ungemein zahlreich Zellen mit doppeltem Kern, während nicht lange Zeit nachher an denselben Stellen nur Zellen mit einfachem Kern liegen. Die vielkernigen Zellen finden sich im ausgebildeten Embryo nicht mehr vor, wahrscheinlich werden die einzelnen Kerne, um welche

der Zelleninhalt bereits hofartig zusammengeballt war, durch Bersten der Zellenmembran frei und verfolgen sodann einen selbstständigen Entwickelungsgang, bilden eine Membran um das Protoplasma und werden von Neuem fortpflanzungsfähig; ich werde weiter unten bei Gelegenheit der Muskelbildung auf sie zurückkommen. Für diesen Entwickelungsgang spricht auch das mit dem Auftreten der vielkernigen Zellen gleichzeitige Vorkommen sehr kleiner Zellen, Zellen von 0,010 Mm. Durchmesser mit einem Kern von 0,0068 Mm., welchen nicht selten scharfe Grenzlinien, wie sie bei vorhandener Zellenmembran sich zeigen müssten, noch mangeln.

C. Dritte Entwickelungsperiode.

Von der Bildung der Unterlippe bis zum Ausschlüpfen der Larve.

Im dritten Entwickelungsabschnitte erhält der Embryo die Gestalt, welche er im Wesentlichen während der Larvenperiode beibehält; die Leibeshöhle wird geschlossen, indem die vorher indifferente, den Rücken des Embryo bedeckende Zellenschicht von den Rändern des Keimstreifens überwachsen und in den Rückentheil der Segmente umgewandelt wird. Zugleich legen sich die inneren Organsysteme an, und die bereits früher angelegten bilden sich vollends aus, endlich erhält der Kopf seine definitive, vor den übrigen Segmenten sehr wenig ausgezeichnete Gestalt und in ihm bildet sich der Hakenapparat, das Aequivalent der Fresswerkzeuge der Larve.

Ich beginne mit der weiteren Ausbildung des Kopfes, um die des Leibes nachfolgen zu lassen und mit der Entstehung und Ausbildung der inneren Organe abzuschliessen.

Am Ende der zweiten Periode hatte sich der Vorderkopf gegen den Bauch umgebogen und bedeckte die Mandibeln, welche in der Mittellinie dichtaneinanderliegend in die Mundspalte hineingerückt waren. Die vorderen Maxillen, bedeutend herangewachsen und die Scheitelplatten zurückdrängend, lagen an den Seiten des Kopfes, und das zweite Maxillenpaar bedeckte, in der Mittellinie mit gerader Naht zusammenstossend, den hinteren Theil der ventralen Kopffläche (Fig. 74—76). Von nun an verkürzt sich der Kopf immer mehr, sein hinterer Rand rückt weiter nach vorn, und während die Mandibeln bald vollständig in der Mundspalte verschwunden sind, beugt sich auch der Vorderkopf immer weiter um (Fig. 77 *vk*) und stülpt sich förmlich in die Mundspalte ein; zugleich wachsen beide Maxillenpaare nach vorn, besonders die vorderen Maxillen erreichen bald eine bedeutende Grösse, ragen über den Vorderkopf hinaus, verbreitern sich zugleich nach rückwärts und drängen die Scheitelplatten immer mehr zusammen, die zugleich immer kleiner werden und schliesslich mit den Maxillen verschmelzen, so dass die Grenze zwischen

beiden Theilen nicht mehr zu erkennen ist. Das zweite Maxillenpaar verwächst in der Mittellinie und bildet eine schildförmige, breite Platte, an deren vorderem Rande sich anfänglich die Zusammensetzung aus paarigen Theilen durch eine mediane Einziehung deutlich kennzeichnet, während auf ihrer Fläche eine gerade, mediane Naht bleibt. Dieses Stadium stellt Fig. 81 dar; der Vorderkopf ragt noch etwas weiter nach vorn als die flügelförmig an seinen Seiten stehenden vorderen Maxillen, in seinem Innern ist ein Hohlraum entstanden, in welchem nur einzelne runde Zellen innerhalb klarer Flüssigkeit liegen. Etwas später (Fig. 82) verschwindet dann mediane Naht und Einziehung des vorderen Randes der Unterlippe, zugleich verschmälert sich ihre Basis und der Vorderkopf (*vk*), inzwischen noch weiter umgebogen, steht mit ihrem vorderen Rande in gleicher Höhe. Sodann nimmt die Unterlippe, während ihr mittlerer Theil sich verschmälert, früher schon vorhandene seitliche kleine Vorsprünge aber deutlicher sich markiren, immer mehr eine zungenförmige Gestalt an und der Vorderkopf verschwindet vollständig (Fig. 83). Auf seiner ventralen Fläche bildet sich während, und oft schon vor Beginn des Herabbeugens fast constant eine kurze, spornartige Spitze aus (Fig. 74 u. 77), die die Orientirung erleichtert, wenn sie auch sonst ohne Bedeutung ist. Diese lässt sich in der Bauchansicht durch die Unterlippe hindurch erkennen (Fig. 83), der niedrige, mit dem Sporn versehene Vorderkopf ist zwischen die vorgewucherten vorderen Maxillen eingeklemmt und in Fig. 84 stellt er nur noch die etwas kuglig gewölbte Brücke zwischen den Basen derselben vor. Interessant ist in diesem Stadium eine seitliche Ansicht, wenn die Theile durchsichtig genug sind, um den in Gestalt eines flachen Rückens zwischen der Basis der Maxillen gelegenen Vorderkopf erkennen zu lassen (Fig. 85 *vk*). Zwischen seinem ventralen Ende und der immer noch etwas wulstigen und dicken Unterlippe befindet sich die Mundöffnung (*m*), und aus der gegenseitigen Lage der Theile ist es offenbar, dass der grösste Theil des Vorderkopfes und das ganze erste, die Mandibeln tragende Kopfsegment in die Mundspalte eingestülpt worden sein muss. Aus diesen eingestülpten Theilen bildet sich der für die Muscidenlarven so charakteristische mächtige Schlundkopf mit dem Hakenapparate. Die Lage der Wände des Schlundkopfes in der jungen Larve macht es unzweifelhaft, dass derselbe seine Entstehung dem eingestülpten Vorderkopf und Mandibularsegmente verdankt.

Die letzten Umwandlungen des Kopfes bestehen darin, dass die vorderen Maxillen, mit denen ein Theil der verkümmerten Scheitelplatten verschmolzen ist, fortfahren sich zu verbreitern, in der Mittellinie des Rückens zusammenstossen und miteinander verschmelzen, während die zungenförmige Unterlippe zusehends kleiner und dünner wird, bis sie zuletzt, ohne ihre Gestalt weiter zu verändern, ein sehr unscheinbares, durchsichtiges Plättchen darstellt, welches durch das jetzt eintretende

Zurückziehen des Kopfsegmentes in das zweite Segment sich leicht der Wahrnehmung entzieht (Fig. 86 u. 87 mx^2). An der Unterlippe ist sehr auffallend nachzuweisen, einer wie starken absoluten Verkleinerung einzelne embryonale Theile im Verlauf ihrer Ausbildung unterworfen sind. Während sie einige Zeit nach Verschmelzung der sie zusammensetzenden Maxillen noch 0,99 Mm. im Querdurchmesser mass, beträgt später ihre Breite nur 0,057 Mm., und dementsprechend verringert sich auch ihre Dicke und Höhe. Aehnliche Verhältnisse finden sich bei der Bildung der Wandungen der inneren Organe, des Darmes und seiner Anhänge, wie weiter unten besprochen werden soll.

Wenn die Unterlippe ausgebildet ist, hat bereits die Abscheidung einer zarten chitinösen Cuticula auf der Zellenlage der äusseren Haut stattgefunden, und man sieht dann von dem Winkel, welcher zwischen Basis der Unterlippe und Bauchfläche des verschmolzenen vorderen Maxillenpaares liegt, zwei doppelte, fadenartige Verdickungen der Chitinhaut über die Seitentheile der Letzteren gegen den Rücken hin ziehen (Fig. 85. 87); *Leuckart* hat sie vor Kurzem in einer Notiz über die Larvenzustände der Musciden[1]) erwähnt und gefunden, dass sie nur dem Jugendzustande der Larven zukommen, bei der ersten Häutung aber einer complicirteren Zeichnung von feinen Chitinleisten Platz machen. Eine besondere physiologische oder morphologische Bedeutung lässt sich ihnen nicht zuschreiben, sehr wohl dagegen einer anderen Bildung, welche ebenfalls erst jetzt auf der dorsalen Fläche des Kopfsegmentes sich zeigt. Es sind dies zwei Paar sehr kleine, tasterartige Hervorragungen, deren hinteres ein kurzer Zapfen auf halbkugliger Basis ist, das vordere nur aus einer kreisförmig abgestutzten, sehr niedrigen Papille besteht, auf welcher einige starre kurze Borsten eingepflanzt sind. Beide Gebilde sind als Tastorgane zu betrachten, da beide auf einem subcutanen Ganglion aufsitzen, und zwar entspricht das vordere Paar morphologisch ohne Zweifel den Maxillentastern, während das hintere und mehr dorsal gelegene Paar wahrscheinlich von dem aus den Scheitelplatten gebildeten Theile der Rückenwand seinen Ursprung nimmt und somit die Antennen der Larve vorstellt (Fig. 87 *mxt* u. *at*). Die ventrale Fläche des Kopfes zeigt in dieser letzten Zeit des embryonalen Lebens noch sehr deutlich ihre Entstehung aus der Verschmelzung paariger Theile durch eine Längsfurche an, welche nach vorn sowohl als nach hinten sich dreieckig erweitert und so die ventrale Fläche in zwei lippenförmige Wülste theilt (Fig. 86 *w*). Diese nach zwei Richtungen zweischenklig auseinanderweichende mediane Rinne führt nach hinten direct in die Mundöffnung, welche von der Bauchseite her durch die Unterlippe bedeckt wird.

In dieser höchst eigenthümlichen Weise wandeln sich die Urtheile

1) Archiv f. Naturgesch. 27. Jahrg. Bd. I. S. 60.

des Kopfes zum Kopfsegmente der Larve um. Nur allein das hintere Maxillenpaar verhält sich ähnlich wie bei den übrigen Insecten, indem es zur Unterlippe zusammentritt, alle übrigen Theile entwickeln sich in ganz ungewohnter Weise; die Maxillen, statt paarig an den Seiten des Mundes zu stehen, verwachsen in der Medianlinie und bilden eine Art Oberlippe, an welcher nur die kleinen, tasterartigen Anhänge daran erinnern, dass sie morphologisch einer solchen nicht entspricht: der Theil, aus welchem sonst die Oberlippe sich bildet: der Vorderkopf, verschwindet gänzlich von der Aussenfläche des Körpers und stülpt sich in die Mundspalte ein und ebenso das ganze erste Segment des Kopfes sammt seinen Anhängen, den Mandibeln. Von Letzteren wurde weiter oben bereits im Allgemeinen erwähnt, dass sie zu einem unpaaren Organe verschmelzen, und es ist hier der Ort das Nähere darüber nachzuholen. Sobald dieselben vom Vorderkopf bedeckt und in die Mundspalte eingestülpt worden sind, entziehen sie sich der Beobachtung und es lässt sich nur aus der Lage und Gestalt der ausgebildeten Theile des Kauapparates schliessen, welcher von ihnen seinen Ursprung den Mandibeln verdankt. Die meisten Autoren haben in den paarigen Haken, welche sich im Munde vieler Muscidenlarven vorfinden, die Mandibeln vermuthet [1]), ich muss dies aber, soweit es wenigstens Musca vomitoria betrifft, schon aus dem Grunde für unrichtig halten, weil die fraglichen Haken in der dorsalen Wand des Einganges in den Schlundkopf, und zwar zu beiden Seiten der Mundöffnung liegen, die Mandibeln aber an der Ventralwand, und zwar in der Mittellinie derselben sich vorfinden müssten. *Leuckart* macht in seiner oben bereits angeführten Notiz über die Larvenzustände der Musciden darauf aufmerksam, dass der Hakenapparat der jungen Larve sich anders verhalte als der der einmal gehäuteten, und findet diesen Unterschied darin, dass bei der jungen Larve nur e i n e r, bei der älteren z w e i Haken im Munde lägen. Die zwei Haken der Letzteren sind indessen auch schon bei der jungen Larve vorhanden, *Leuckart* beschreibt sie auch als »Chitinleisten, an die sich am Vorderrande eine Anzahl kleiner Zähnchen anschliesst«, allerdings aber sind sie bei der jungen Larve relativ kleiner als in späterer Zeit, wenn sie auch bereits die Gestalt selbstständiger, an der Spitze hakig umgebogener Stäbe besitzen. Was die Fresswerkzeuge der jungen Larve charakterisirt, ist der von *Leuckart* erwähnte unpaare Haken; dieser fehlt der älteren Larve und d i e s e r i s t e s, d e r s e i n e E n t s t e h u n g d e r V e r s c h m e l z u n g d e r O b e r k i e f e r v e r d a n k t. Es geht dies unzweifelhaft aus seiner Lage hervor, er liegt in der Mittellinie der ventralen Schlundwand, und ebenso sehr aus seiner Gestalt, welche sehr deutlich eine Zusammensetzung aus paarigen Stücken erkennen lässt. Ich verspare eine genaue Beschreibung des Kauapparates auf die Entwickelungsgeschichte der Larve und gebe hier

1) Siehe z. B. *Milne-Edwards* in: Leçons de l'anatomie comparée. T. 5. p. 534.

nur Einzelheiten, soweit sie zum Verständniss des Ganzen nothwendig sind. Der ausgebildete Hakenapparat besteht im Wesentlichen aus drei Theilen: dem Gestell (Fig. 93 *gs*), dem zahnartigen, unpaaren Haken (*md*) und den vordersten, paarigen, zu Seiten des Mundeinganges liegenden, hakig im rechten Winkel nach aussen umgekrümmten Chitinstäben (*vh*). Mit einziger Ausnahme des unpaaren, den Mandibeln entsprechenden Zahnes sind alle diese Theile nichts weiter als Cuticularbildungen. Das Gestell, seinerseits wieder aus zwei Theilen zusammengesetzt, ist eine partielle Verdickung der Intima des Schlundkopfes, wie sich an Embryonen aus etwas früherer Zeit leicht nachweisen lässt (Fig. 101). Man erkennt hier, wie das Gestell das Lumen des Schlundkopfes auskleidet, und wie die braune Färbung seiner einzelnen Platten und Stäbe ganz allmählich sich in die helle Intima hineinverliert. Auch für die paarigen Haken fällt der Nachweis ihrer cuticularen Natur nicht schwer, da dicht vor denselben noch sieben oder acht ganz eben solche Haken in abnehmender Grösse sitzen, die sich nur durch den Mangel eines Stiels und durch eine hellere Färbung von jenen unterscheiden und welche offenbar Cuticularbildungen sind. Demnach besitzt also nur die junge Larve wirkliche Mandibeln, die aber zu einem Stück verschmolzen sind und bei der ersten Häutung abgeworfen werden, ohne sich wieder zu erneuern. Die Larve bedarf aber auch keiner kauenden oder beissenden Mundtheile, da sie nur Flüssiges oder Halbflüssiges zu sich nimmt, der unpaare Zahn dient ihr vor Allem zum Anritzen der Eihüllen und sodann wahrscheinlich um sich in den Körper einzubohren, auf welchen die Eier gelegt worden waren. Auch die paarigen Haken werden mehr zur Ortsbewegung gebraucht, als direct zur Nahrungsaufnahme, die Larve schlägt sie in weiche Körper ein und zieht den Leib nach.

Während so der Kopf und der mit ihm zusammenhängende Hakenapparat seine vollendete Ausbildung anstrebt, wachsen die dorsalen Ränder der Ursegmente gegen die Mittellinie hin und schliessen den Rücken. Es entstehen auf diese Weise elf vollständige Segmente, die zugleich, entsprechend der steten Verkleinerung des Kopfes, im Längendurchmesser zunehmen und zwar vor Allem das erste von ihnen, oder, wie ich es von jetzt an nennen werde: das zweite Segment (das Kopfsegment als erstes betrachtet), welches auch noch während des Larvenlebens stets eine etwas grössere Länge behauptet als die übrigen Segmente. Die Schliessung des Rückens scheint in etwas anderer Weise wie bei den Insecten mit durch Ruptur entstandenen (regmagenem) Keimstreif zu erfolgen, indem die dünne Zellenlage, welche von der Bildung des Keimstreifens an die Spalte zwischen den Rändern desselben bedeckte, selbstständig sich verdickt und zur Bildung der dorsalen Wand der Segmente beiträgt. Ich schliesse dies daraus, dass die Ränder der Ursegmente, wenn sie sich schon bedeutend einander genähert haben, undeutlich werden, streifenartige Verdickungen auf den Spaltraum aus-

schicken, während dieser allmählich seine frühere gelbliche Färbung verliert und schliesslich die Fortsetzung der Querfurchen zwischen den Segmenten auf sich erkennen lässt.

Die Entstehung der Stigmenfurche auf dem Rücken des zwölften (letzten) Segmentes wurde oben bereits geschildert. Die Stigmen selbst erscheinen im Beginne der dritten Entwickelungsperiode als zwei halbkuglige, in der Mittellinie zusammenstossende Vorsprünge, welche sich auf der Rückenfläche des Segmentes in der Stigmenfurche erheben (Fig. 88 u. 89 *stw*). Sie sind anfangs von bedeutender Grösse und verkleinern sich nach Maassgabe ihrer vorschreitenden Ausbildung. In der jungen Larve ragen sie nur noch wenig über die Haut hervor und tragen in ihrer Mitte zwei nierenförmig eingeschnittene, braungelbe, schräg gegen die Mittellinie gerichtete Chitinringe, innerhalb deren die mit den Tracheenstämmen communicirende Spalte liegt (Fig. 93 *st*). Die Afteröffnung (Fig. 89 u. 90 *a*) befindet sich auf der unteren Kante des oben bereits beschriebenen zapfenförmigen hinteren Endes des Segmentes (*aw*), und ist seitlich von kleinen rundlichen Wülsten begrenzt. Das Hinterende ist im Ei dicht an die Dotterhaut gepresst und lässt sich in seiner eigentlichen Gestalt erst nach dem Ausschlüpfen erkennen. Ehe ich aber auf die äussere Gestalt der jungen Larve näher eingehe, schalte ich hier meine Beobachtungen über Anlage und Ausbildung der inneren Organe ein, des Darmtractus, Nervensystems, der Respirations- und Circulationsorgane, sowie der äusseren Haut mit den Muskeln.

Darmtractus.

Die Bildung der beiden zuleitenden Darmtheile, des Vorder- und Hinterdarmes fällt noch in die zweite Entwickelungsperiode, und ihr folgt die Bildung des Mitteldarmes auf dem Fusse nach. Der Dottersack lässt sich erst dann isoliren, wenn bereits eine Zellenlage um ihn her gebildet ist, so dass man über die Art der Entstehung dieser Zellen auch hier im Unklaren bleibt. Vorder- und Hinterdarm bilden sich wie bei Chironomus um vorgebildete Spalten, der Mitteldarm als Dottersack auf der Oberfläche der noch nicht in Zellen umgewandelten Dottermasse. Anfänglich durchzieht die Axe der drei Darmtheile den Embryo in gerader Linie, Vorder- und Hinterdarm sind kurze, gerade Schläuche, der Mitteldarm besitzt eine eiförmige Gestalt (Fig. 75), später wachsen Erstere in die Länge, der Mitteldarm verschmälert sich, wird ebenfalls zu einem dünnen Schlauch (Fig. 79), und schliesslich füllen Chylusmagen und Darm in mannichfachen Windungen gelagert die Bauchseite des Embryo, während der Oesophagus die gestreckte Lage des Vorderdarmes beibehält (Fig. 80). Sehr charakteristisch ist es, dass das Längenwachsthum von einer Verdünnung der Wandungen begleitet ist; die anfangs in mehrfacher Lage lose aufeinander geschichteten Zellen rücken auseinander,

platten sich gegenseitig ab und stellen schliesslich eine einfache Lage polygonaler Zellen vor, welche an ihrer inneren Fläche eine structurlose Intima abscheiden, auf ihrer äusseren erst nachträglich von der Muskelhaut und von Tracheen überzogen werden.

Im jüngsten Stadium, welches zur Beobachtung kam (Fig. 75), lässt sich der Vorderdarm nur stückweise isoliren als ein cylindrischer Strang lose aufeinandergehäufter kugliger Embryonalzellen in dessen Innern ein spaltförmiges Lumen sichtbar war. Etwas später findet sich schon die Andeutung einer Gliederung (Fig. 94); der Zellenstrang ist in die Länge gewachsen, an seinem vorderen Ende sitzt ihm, im rechten Winkel abstehend, die Anlage des Saugmagens an (*sm*), während sein hinteres, in den Mitteldarm übergehendes Ende eine conische Verdickung (*prv*) zeigt: die Anlage des Vormagens. Die Zellen messen 0,015—0,017 Mm. im Durchmesser. Das Lumen des Oesophagus lässt sich deutlich, wenn auch nicht tief in den Saugmagen hinein verfolgen, der — der Hauptsache nach ein solider Zellenklumpen — im grössten Durchmesser 0,15 Mm. misst.

Etwas später scheiden die Zellen, während sie noch immer die Kugelgestalt so ziemlich beibehalten, eine structurlose Intima aus, welche als gestreckter Schlauch und ohne wellenförmige Biegung das Lumen auskleidet (Fig. 95 *int*). Der Saugmagen hat an Grösse bedeutend zugenommen und besitzt eine mehrfach geschichtete dicke Zellenwand. Sehr hübsch lässt sich die Bildung des Vormagens beobachten (*prv*), der nichts Anderes ist als eine Intussusceptio des Oesophagus. In Fig. 95 hat die Einstülpung bereits begonnen, der eingestülpte Theil ragt als conischer Zapfen in das erweiterte Lumen und die Intima liegt in der durch die Einstülpung gebildeten Falte mit ihrer inneren Fläche aneinander. Die Gestalt des Proventriculus ist noch cylindrisch. Kurz vor dem Ausschlüpfen der Larve hat der Vormagen eine beinah kuglige Gestalt (Fig. 96), der Oesophagus ist bedeutend in die Länge gewachsen, während er an Durchmesser von 0,076 auf 0,039 Mm. abgenommen hat, und seine Wandung nur noch aus einer einfachen Lage von Zellen besteht. Im Vormagen reicht das eingestülpte Stück des Oesophagus bis zur Basis des Chylusmagens und endet hier mit trompetenförmig erweitertem Lumen. Die aufeinanderliegenden Flächen der Intima (*int*) erscheinen als eine einzige dunkle Linie. Man unterscheidet jetzt vier Schichten, wenn man von der ganz oberflächlich gelegenen und ungemein dünnen Muskelschicht absieht, die um diese Zeit bereits begonnen hat sich zu entwickeln. Die zwei inneren sind die beiden aneinanderliegenden Wandungen des eingestülpten Oesophagus, die beiden äusseren haben sich aus der von Anfang an verdickten Wand, in deren Lumen die Einstülpung erfolgte, gebildet. Eine jede dieser beiden letztgenannten Schichten besteht zu dieser Zeit noch aus einer einfachen Lage von Zellen, welche entsprechend der kuglig gewölbten äusseren Fläche des Proventriculus vorn und hinten am kürze-

sten sind und von beiden Seiten her gegen die Mitte an Länge zunehmen. Die innere Schicht bleibt immer einfach und hat bereits begonnen einen eigenthümlichen histologischen Charakter anzunehmen, der in späterer Zeit sich noch mehr ausbildet und in einer auffallenden Klarheit und einem matten, hellen Ansehen sich ausdrückt. Diese Schicht, welche man versucht sein könnte als Knorpelgewebe der Insecten zu bezeichnen, besteht auch während der Larvenzeit aus nur einer Lage grosser Zellen, wogegen die äussere jetzt schon einzelne Zellen mit doppeltem oder mit eingeschnürtem Kern aufweist, eine Hindeutung auf die später eintretende Theilung der Zellen und Bildung einer mehrfachen Schichtung. Am Oesophagus selbst wie am Proventriculus sind die kugligen Vorragungen einzelner Zellen verschwunden, die Zellen haben sich abgeplattet, eine polygonale, prismatische Form angenommen und auf ihrer äussern Fläche eine sehr feine Cuticularschicht abgeschieden.

Mitteldarm. Im frühesten Stadium besitzt der Mitteldarm als Dottersack eine eiförmige Gestalt, nimmt fast drei Viertel der Eibreite ein, und reicht vom zweiten bis zum zwölften Segment (Fig. 75). Es ist dieselbe Form, welche *Leuckart* bei Melophagus beschrieb, dessen Darmtractus während der ganzen Larvenzeit auf dieser sehr niedrigen Stufe der Ausbildung stehen bleibt. Isolirbar ist der Dottersack in diesem Stadium nur in einzelnen Stücken, seine Wandung besteht aus kugligen Zellen, welche viele dunkele Dotterkörner enthalten und in mehrfacher Lage vorhanden sind. In der dritten Entwickelungsperiode streckt sich der Dottersack zum Chylusmagen und bildet eine schräg in der Bauchhöhle gelagerte Schlinge (Fig. 79), und noch ehe die übrigen inneren Organe ganz vollendet sind, ehe z. B. die Tracheen mit Luft gefüllt sind, und die Haken der Mundwerkzeuge eine dunkle Färbung angenommen haben, ist bereits der grösste Theil der im Mitteldarme eingeschlossenen Dottermasse zum Aufbau der Organe verwandt worden, und der Chylusmagen hat im Verhältniss zur Körpergrösse seine definitive Länge erreicht (Fig. 80). Derselbe ist dann schlauchförmig und bildet mehrere grosse Schlingen, die bis in's elfte Segment herabsteigen; sein Lumen ist mit Dotter gefüllt und seine Wandung besteht aus doppelter Lage polygonaler, häufig mit Dotterkörnchen gefüllter Zellen. Mehrmals habe ich deutlich im Innern des unverletzten und bewegungslos in seiner Eihülle liegenden Embryo partielle, wellenförmig fortschreitende Einschnürungen des Darmes und Chylusmagens gesehen, und bei der Präparation contrahiren sich einzelne Stellen bis auf ein Viertel ihres vorherigen Durchmessers, so dass der Dotter ganz ausgetrieben und das Lumen auf's Aeusserste verengt wird. Es ist also unzweifelhaft, dass eine Muskelschicht bereits gebildet ist, und bei genauer Kenntniss der Darmmuskulatur der Larve gelingt es auch feine, den Darmtractus umspinnende blasse Fasern zu sehen, auf die ich wieder zurückkommen werde. Wie im Vorder-, so bildet sich auch im Mitteldarme eine struc-

turlose Intima, und eine feine, nicht isolirbare cuticulare Ablagerung auf der äusseren Oberfläche.

Schon früh zeigen sich am vorderen Ende des Mitteldarms vier kurze, etwas zugespitzte, lappige Anhänge (Fig. 94 *bl*) ohne Lumen, solide Zellenconglomerate. Sie sind die Anlage vier schlauchförmiger Blinddärme, welche dem Vorderende des Chylusmagens der Larve ansitzen. Sie bieten ein besonderes Interesse, weil sich an ihnen nachweisen lässt, dass, den Ansichten mehrerer Forscher entgegen, die drüsigen Anhänge des Darms bei den Insecten in ganz ähnlicher Weise entstehen, wie bei den Wirbelthieren, d. h. nicht durch plötzliche Abspaltung in ihrer ganzen Länge aus dem sog. tiefen Keimblatte, sondern durch Auswachsen, oder wenn man will Ausstülpen der Darmwand. Von unbedeutenden conischen Hervorragungen wachsen die Blindschläuche zu einer Länge von 0,24—0,42 Mm. heran und besitzen vor dem Ausschlüpfen der Larve eine Länge von 0,57 Mm., während ihr Dickendurchmesser in demselben Maasse von 0,064 auf 0,043 und 0,039 Mm. herabsinkt (Fig. 94, 95 und 96). Die ausgebildeten Blindschläuche bestehen aus einer einfachen Lage polygonaler Zellen (Fig. 96 *bl*), deren Wandung, wie später zu zeigen sein wird, sich nach allen Richtungen hin verdickt, ohne aber eine selbstständige Cuticula, sei es nach innen (als Intima) oder nach aussen, abzuscheiden.

Wie am vorderen Ende des Mitteldarmes die Blinddärme, so wachsen am vorderen Ende des Hinterdarmes die *Malpighi*'schen Gefässe hervor. Wenn es auch nicht gelang, so frühe Entwickelungsstadien von diesen zur Anschauung zu bringen, wie von jenen, so glaube ich doch dieselbe Entstehungsweise für sie in Anspruch nehmen zu müssen. Es geht dies aus dem histologischen Bau, den sie während ihrer Entwickelung besitzen, mit Sicherheit hervor. Im frühesten Stadium, in welchem mir ihre Isolirung im Zusammenhang mit dem Darme gelang, bildeten sie kurze und dicke, solide Zellenstränge (Fig. 98), deren je zwei in der Nähe der Einmündungsstelle zu einem Strange (*a*) zusammentraten. Wenn auch nicht mit Sicherheit behauptet werden kann, dass die Gefässe in ihrer ganzen Länge intact erhalten gewesen seien, so zeigt doch das Verhältniss zwischen der Dicke dieser Zellenstränge und der der ausgebildeten *Malpighi*'schen Gefässe in Verbindung mit der Thatsache, dass eine lebhafte Vermehrung der den Strang zusammensetzenden Zellen stattfindet, dass eine sehr beträchtliche Verlängerung die weitere Ausbildung der Gefässe begleiten muss. Wie die Wände des Darmes und wie die Blindschläuche des Chylusmagens, so erleiden auch die *Malpighi*'schen Gefässe im Laufe ihrer Entwickelung eine beträchtliche Verdünnung. Ihr anfänglicher Durchmesser von 0,065 Mm. sinkt später bis auf 0,029 Mm. herab. Die Zellen der primitiven Stränge zeichnen sich dadurch aus, dass sie fast sämmtlich zwei Kerne enthalten (Fig. 99 *A*), also Fortpflanzungserscheinungen darbieten. Später kommt dies so wenig vor,

als am ausgebildeten Gefäss, welches nicht durch Vermehrung seiner Zellen, sondern durch Vergrösserung derselben wächst. Gleichzeitige Vermehrung der Zellen und Verringerung der Dicke des Organes setzen ein Wachsthum desselben in die Länge voraus. Sehr auffallend ist an den *Malpighi*'schen Gefässen die Umwandlung eines mehrschichtigen Zellenstranges in einen von einfacher Zellenlage gebildeten cylindrischen Schlauch zu verfolgen. Fig. 99 *A*, *B* u. *C* geben hiervon eine Anschauung und zeigen zugleich, wie schon während der embryonalen Entwickelung die Thätigkeit der Gefässe beginnt, und dunkle Secretkörner sich in den Zellen derselben ablagern. Cuticula und Intima sind hier, wie bei den Blindschläuchen als selbstständige Häute nicht erkennbar, wenn auch der scharfe Saum der Zellen gegen das Lumen und nach aussen hin auf eine dünne Ablagerung auf ihrer Oberfläche schliessen lässt.

Der eigentliche Darm entwickelt sich ganz analog dem Oesophagus, erfährt nur eine viel bedeutendere Verlängerung als jener, legt sich mehrfach in Schlingen (Fig. 80 *d*), und verdünnt sich zugleich von 0,14 Mm. auf 0,07 Mm.

Es wurde oben schon peristaltischer Bewegungen der Därme Erwähnung gethan, und dieselben in Zusammenhang gebracht mit ungemein feinen und blassen, den Darm umspinnenden Ringfasern. Diese Fasern finden sich auch am Oesophagus und Proventriculus, und an letzterem Orte bemerkte ich eine sehr dünne Lage ganz kleiner Kerne, von denen aus die Circulärfasern über die Oberfläche des Organes hinliefen. Nur am Rande liessen sich diese entdecken, nicht auf der Fläche, was bei ihrer geringen Grösse und der störenden Opacität der darunter liegenden Zellenschichten nicht verwundern kann. Diese kleinen, dicht beisammen liegenden Kerne, umgeben von einer geringen Menge blasser, homogener, contractiler Substanz lassen vermuthen, dass die Bildung der Darmmuskeln nach demselben Modus vor sich geht, wie ich es später von den übrigen Muskeln zeigen werde und für die Muskeln der Imagines der Insecten bereits an einem andern Orte nachzuweisen suchte [1]). Wenn es auch nicht möglich ist auf die zunächst sich aufdrängende Frage nach dem Ursprunge jener kleinen, muskelbildenden Kerne eine positive Antwort zu geben, so möchte doch soviel feststehen, dass dieselben nicht aus den Zellen, welche die Darmwand zusammensetzen, hervorgehen. Ich glaube, dass die Muskelanlagen von aussen auf die Darmoberfläche hinaufwachsen, wie wir dasselbe später von den Tracheen sehen werden. Die Gründe, welche mich zu dieser Ansicht bestimmen, sind vor Allem gewisse, bisher unbekannt gebliebene Verbindungen der Muskellage des Darmes mit den Flügelmuskeln des Rückengefässes, sodann aber der Umstand, dass eine Umwandlung der äussersten Zellenschicht der embryonalen Darmanlage in muskelbildende kleine Kerne thatsächlich nicht stattfindet.

1) Zeitschr. f. rat. Medicin. 3. Reihe. Bd. XV. S. 66.

Die Speicheldrüsen der Larve sind zwei lange, schlauchförmige, an der Ventralseite der Leibeshöhle gelegene Organe, deren Wandungen aus einfacher Lage grosser sechseckiger Zellen bestehen, und deren Ausführungsgänge in einen gemeinschaftlichen Gang zusammenstossend an der Bauchseite des Schlundkopfes, dicht hinter der äussern Mundöffnung in den Schlund münden. Ueber ihre Bildung besitze ich keine Beobachtungen, jedoch können sie ihrer Mündungsstelle halber nicht als Auswüchse des Vorderdarmes betrachtet werden, und werden vermuthlich als selbstständige Organe angelegt. Am Ende der dritten Entwickelungsperiode sind sie bereits vollkommen ausgebildet, ihr Durchmesser beträgt dann 0,079 Mm., derjenige der einzelnen, sie zusammensetzenden Zellen 0,008—0,013 Mm. Die Ausführungsgänge besitzen eine einfache Lage kleinerer, und weniger regelmässig gestalteter Zellen, und eine elastische Intima, welche sehr ähnlich der Intima der Tracheen feine spiralige Verdickungen zeigt.

Tracheen.

Die Wissenschaft besitzt bereits seit längerer Zeit eine ausführliche Arbeit über die Entwickelung der Tracheen von *H. Meyer*[1]), und es könnte überflüssig scheinen, noch einmal auf denselben Gegenstand näher einzugehen, wenn nicht *Meyer's* Beobachtungen an nicht sehr günstigen Objecten angestellt worden wären, so dass, abgesehen von Irrthümern, mannichfache Lücken in der Beobachtung blieben. Dazu kommt, dass der genannte Forscher die jüngsten Entwickelungsstadien überhaupt nicht gesehen hat, da er seine Beobachtungen nicht an Eiern, sondern an jungen Raupen und Ichneumonidenlarven anstellte.

Die Larve von Musca besitzt ein sehr ausgebildetes Tracheensystem, welches während der embryonalen Entwickelung so vollständig sich ausbildet, dass es noch vor erfolgtem Ausschlüpfen der Larve bis in die feinen Aeste hinein mit Luft erfüllt ist. Die Entstehung der Tracheen lässt sich daher im Ei von Musca vortrefflich verfolgen.

Wie *Meyer* bereits bemerkt hat, entstehen die Stämme der Tracheen auf andere Weise als die feinen Endverzweigungen, welche zu den Organen treten. Was zuerst die Stämme betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel, dass dieselben als solide, dicke Stränge kugliger Embryonalzellen angelegt werden, es drängt sich aber hier wieder die Frage auf, welche schon bei Gelegenheit der *Malpighi*'schen Gefässe besprochen wurde, ob diese primären Zellenstränge von einem Punkte aus hervorwachsen, oder in ihrer ganzen Länge auf einmal angelegt werden. *Leuckart*[2]) hat sich für Letzteres entschieden, glaubt sogar die Abspaltung

1) Ueber die Entwickelung des Fettkörpers der Tracheen und der keimbereitenden Geschlechtstheile bei den Lepidopteren in dies. Zeitschr. Bd. I S. 175.

2) Entwickelung der Pupiparen. S. 79.

des Tracheenstammes aus der tiefen Zellenlage des Embryo direct wahrgenommen zu haben, und ich kann ihm insoweit beistimmen, als mir ein Hervorwachsen von einem Punkt aus in dem Sinne, dass die Verlängerung der Stränge von der Bildung neuer Zellen abhängig wäre, undenkbar scheint. Es lässt sich auch leicht nachweisen, dass an der Stelle, an welcher die Tracheenstämme entstehen, vorher schon formlose Zellenmassen sich befunden haben, dass also jene sich durch allmähliche Gruppirung dieser zu Strängen consolidirt haben. Bei den Pupiparen beginnt nach *Leuckart* die »Ablösung der zwei Rückentracheenstämme aus demjenigen Theil, welcher der Rückenwand des Chylusmagens aufliegt« in der Mitte des letzteren, und breitet sich von da zunächst nach der hintern Körperseite bis zur Stigmentasche aus, mit der das Ende des Zellenstrangs sodann in Verbindung tritt. Bei Musca verhält es sich umgekehrt, die Bildung der Stämme geht von der Stigmenfurche aus, und setzt sich von da nach vorn fort, auch wird nicht nur ein Stamm angelegt wie bei Melophagus, wo während der ganzen Embryonalzeit, ja bis zur Geburt das Tracheensystem aus einer einfachen Luftröhre besteht, sondern zu gleicher Zeit mit dem Stamm entwickeln sich auch die Aeste erster und zweiter Ordnung und so fort, bis nach kurzer Zeit das ganze Tracheensystem in seiner Grundform angelegt ist. Diese erste Anlage erfolgt um Einiges später, als die des Darmcanals; im frühesten zur Beobachtung gekommenen Stadium zogen von der Gegend der Stigmenfurche dicke Stränge aus lose zusammengefügten kugligen Embryonalzellen nach vorn, und liessen sich nur eine kurze Strecke weit von der Hauptmasse der tiefen Zellenlage trennen, mit welcher sie durch unförmliche, unbestimmt abgegrenzte, aus vielfachen Zellenlagen bestehenden Seitenästen zusammenhingen. Etwas später gelingt es zuweilen die Stämme mit einer Menge ihnen anhängender Aeste, die sich in Form und Lage sehr wohl als das spätere Tracheennetz erkennen lassen, zu isoliren, und je später man untersucht, um so weiter erstrecken sich die Verästelungen gegen die Peripherie hin. Es wird daraus klar, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen einer Differenzirung (Ablösung *Leuckart*'s) aus vorhandnen Zellenmassen und dem eigentlichen Wachsen nicht vorhanden ist; in beiden Fällen beginnt die Bildung an einem Punkt, und strahlt unter fortwährender Vermehrung des Baumateriales, der Zellen, von da gegen die Peripherie hin aus, ohne dass sich sagen liesse, wie viele von den in die Tracheenstränge eintretenden Zellen bereits vorgebildet waren, und wie viele erst nachträglich entstanden. Die Zellen, aus welchen diese Stränge zusammengesetzt sind, messen etwa 0,020 Mm. im Durchmesser, enthalten einen, nicht selten auch zwei Kerne und einen feinkörnigen, blassen, selten mit Fetttröpfchen vermischten Inhalt. Sobald sich ein System von zusammenhängenden Strängen isoliren lässt, sind dieselben nicht mehr solid, sondern enthalten bereits, wenigstens die grösseren, ein schmales Lumen, in welches die lose

aneinandergefügten Zellen der Wandung kuglig vorspringen (Fig. 97 *A b*). Dicht vor dem Stigma, an der Stelle, an welcher ein anastomotischer Ast quer von dem einen zum andern Stamm hinläuft, beträgt die Dicke der letzteren 0,085 Mm., der Durchmesser des Lumens 0,017 Mm. Das Lumen ist mit klarer Flüssigkeit gefüllt, und zeigt bereits eine besondere Begrenzung in einer geringen Verdickung der ihm zugewandten Zellenwände.

Sehr bald nimmt diese Verdickung, oder vielmehr Auflagerung an Mächtigkeit zu, es bildet sich eine dünne structurlose Intima, welche als zarte Doppellinie auf den Zellen hinzieht und ihre Abhängigkeit von diesen durch genaue Anschmiegung an ihre kugligen Vorsprünge kund giebt (Fig. 97 *A a, b, c*). In dem Maasse als sich die Intima verdickt, verlieren die Zellen ihre Selbstständigkeit, ihre aneinanderstossenden Wände verschmelzen, und bald umgiebt den inzwischen bedeutend erweiterten Hohlcylinder der Intima eine gleichmässige Schicht eines Gewebes, dessen Entstehung aus Zellen sich nur noch an der regelmässigen Stellung der kugligen Kerne erkennen lässt (Fig. 97 *B*). Erst wenn sich die wellenförmige Biegung der Intima ganz verloren hat, und dieselbe ein gerades, cylindrisches Rohr darstellt, beginnt eine feine, blasse Querstreifung sich an ihr bemerklich zu machen (Fig. 97 *B int*), die sich immer deutlicher zu dem bekannten und vielbesprochenen Spiralfaden gestaltet, einem Gebilde, welches, wie *Leydig* gezeigt hat, keine Selbstständigkeit besitzt, sondern nur aus partieller Verdickung der ursprünglich gleichmässigen Intima besteht. Die Idee *Meyer*'s, der die Spirale für Sprünge der Intima, hervorgebracht durch den Lufteintritt hielt, widerlegt sich durch die Thatsache, dass die Spiraltouren längst vorhanden sind, ehe Luft eintritt. Somit bestätigt sich die Richtigkeit der von *Leydig*[1]) gegebenen Darstellung der histologischen Structur der Tracheen auch von Seiten der Entwicklungsgeschichte, und die alte Annahme von drei Häuten, welche von *Meyer* sowohl, als auch kürzlich noch von *Milne Edwards*[2]) festgehalten wurde, muss aufgegeben werden. Zur Entstehung der Intima lassen sich leicht sehr instructive Bilder gewinnen. In Fig. 97 hat die Verschmelzung der Zellen in dem Stämmchen (*a*) bereits begonnen, die einzelnen Zellen springen nach innen nur wenig noch vor, und die Intima stellt eine ziemlich gestreckte Wellenlinie dar, während sie an dem Seitenzweige (*b*) zwischen den einzelnen kugligen Zellenvorsprüngen scharfe Einschnitte zeigt, und an dem secundären Zweige (*c*) ein eigentliches Lumen noch nicht vorhanden ist, die Zellen aber an der der Axe des Stranges zugekehrten Fläche bereits deutlich (in der Natur wenigstens, die Zeichnung giebt es nur sehr unvollkommen wieder) mit einer sehr feinen, stark lichtbrechenden Cuticularschicht überzogen sind. Dadurch erledigt sich auch die von *Leuckart* aufgeworfene Frage, ob das blinde

1) Lehrbuch der Histologie S. 386.

2) Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. Paris 1857. T. II. p. 161.

Ende der Intima sich beim Wachsthume der Tracheenäste allmählich vorschiebe, dahin, dass ein blindes Ende nicht vorhanden ist, sondern ganz allmähliche Uebergänge von der fertigen cylindrischen Intima bis zu dicht aneinander liegenden Zellen stattfinden, deren innere Flächen bereits eine dünne Intima ausgeschieden haben.

Wenn also auch die elastische Membran für die specifische Function der Tracheen ohne Zweifel die wichtigste ist, und deshalb wohl »die eigentliche Tracheenmembran« genannt werden kann (*Meyer*), so ist sie genetisch doch keineswegs das Primäre, und ebensowenig entspricht sie histologisch einer Zellenmembran, oder ist die äussere Haut ein »accessorisches Gebilde«, und kommt nur an den grösseren Stämmen vor (*Meyer*). Im Gegentheil enthält, wie wir gesehen haben die sog. Zellgewebsscheide oder Peritonealhülle die primären Elemente der Trachee, sie fehlt deshalb auch nirgends, sondern überzieht die kleinsten Aestchen, wie die grossen Stämme, einzig in ihrer Dicke wechselnd, die beim Embryo und der jungen Larve von Musca im Verhältniss zur Weite des Lumens steht. Die sehr bedeutenden Dickenunterschiede werden dadurch hervorgebracht, dass die stets nur in einer Lage vorhandenen Zellen an den Stämmen dicht gedrängt liegen bleiben, während sie an den kleineren Aesten weiter auseinanderrücken, so dass der äussere Contour wiederum eine langgestreckte Wellenlinie darstellt, in deren Bergen die Kerne. Je feiner die Zweige, um so weiter auseinander liegen die Kerne der Peritonealhülle, welche sodann überall aus einer äussern, sehr feinen, structurlosen Membran besteht, dem Reste der zu einer Haut verschmolzenen Zellmembranen, und einem feingranulirten Inhalt, in welchem die Kerne (Fig. 97 *C a*).

Die zu den Organen tretenden Endigungen der Tracheen bilden sich als Fortsetzungen der feinen Zweige, jedoch auf andere Weise als diese, indem ihre Intima nicht auf der Oberfläche von Zellen abgelagert wird, sondern in deren Innerem entsteht. *Meyer* giebt dies bereits an, wenn er auch, seiner Abbildung nach zu schliessen[1]), den Vorgang selbst nicht beobachtet, sondern nur spätere Stadien gesehen hat, in denen die Zellennatur der Tracheenzelle längst geschwunden war. Am günstigsten für die Beobachtung sind die Tracheenstämmchen, welche an den Seiten des Schlundkopfs herlaufen, und zu diesem eine Menge feiner Zweige absenden. Die kugligen Zellen der Stammtrachee treiben Ausläufer, wachsen in die Länge und nehmen eine spindelförmige Gestalt an, man findet dann das ganze Stämmchen ringsum besetzt mit langschwänzigen Zellen, welche sich durch Kerntheilung vermehren, und in ihrem Innern ein feines elastisches Röhrchen ablagern: die Intima (Fig. 97 *C* u. *D*). Während diese an den grösseren Tracheen als Ausscheidung auf der Oberfläche von Zellen, also als Cuticularbildung entsteht, bildet

1) Diese Zeitschr. Bd. I Taf. XIII Fig. 6

sie sich hier durch partielle Umwandlung des Zelleninhalts. In der jungen Larve finden sich diese feinsten Endigungen mit Luft gefüllt, und lassen deutlich ihre Lage innerhalb spindelförmiger Zellen erkennen, welche zuweilen noch mehrere blasse Ausläufer treiben und dadurch sternförmig werden (Fig. 97 *E*). Die Ablagerung des elastischen Röhrchens geschieht nur selten gerade in der Axe der Zelle, meist biegt es sich, dem Kern ausweichend, von einer Seite schraubenartig auf die andere hinüber, und zuweilen findet sich sogar eine von der Form der Zelle ganz unabhängige rankenartige Torsion desselben (Fig. 97 bei *s*). Letzteres bestätigt die Vermuthung *Semper*'s, der knotenartige Verschlingungen eines feinsten Tracheenröhrchens innerhalb einer gemeinschaftlichen structurlosen Membran fand, und glaubte, dass der ganze Knoten auf einmal in einer Zelle entstanden sei, ohne dass es ihm gelingen wollte durch Beobachtung seine Vermuthung zur Gewissheit zu erheben [1]).

Innerhalb von Zellen entstehen sämmtliche Endzweige, sowohl die zu den Fettkörperlappen treten, als auch diejenigen welche den Darmtractus umspinnen und die Nervencentren versorgen. Ich glaubte anfangs, dass die Endigungen der Tracheen nur aus einer elastischen Haut bestünden, welche dann etwa von den Zellen des Parenchyms ausgeschieden werden, also gewissermassen in den Spalten des Gewebes entstehen konnte, dem ist aber nicht so. Nicht nur binden sich diese Endreiser keineswegs an die Grenzen der Parenchymzellen, laufen gelegentlich mitten über diese weg etc., sondern es lässt sich direct erweisen, dass überall, wo ein Netz von Tracheenenden auf einem Organe vorkommt, dasselbe durch Vermittlung spindelförmiger Zellen entstanden ist. Am ganzen Darmtractus einer frisch ausgeschlüpften Musca-Larve hängen in ziemlich grossen Abständen von ihren Stämmen abgerissene, spindelförmige, sehr blasse Zellen, in deren Innerem ein mit Luft gefülltes, feines elastisches Röhrchen liegt. Sehr häufig finden sich zwei Kerne in den Zellen, welche bei weiterem Wachsthum auseinanderrücken, und die Centren zweier mit ihren Enden zusammenhängender spindelförmiger Zellen darstellen. Uebrigens wachsen die Enden der Tracheen nicht nur durch Kernvermehrung, sondern sie treiben selbstständig zahlreiche Ausläufer, die sich wiederum verzweigen, anastomosiren etc., ohne dass zuerst neue Zellen gebildet würden. Die Endausbreitung des Tracheennetzes ist in der jungen Larve eine unverhältnissmässig viel geringere, als später, wo alle innern Organe, die jetzt kaum die ersten Anfänge eines Tracheennetzes besitzen, von einem solchen dicht umstrickt sind. Hieraus geht hervor, dass der grösste Theil des Respirationssystems der Larve indirect durch Auswachsen schon vorhandener Aestchen sich gebildet hat.

Eine Continuität der feinen Tracheen mit dem Fettkörper, wie ihn

1) Ueber die Bildung der Flügel, Schuppen und Haare der Lepidopteren. Diese Zeitschr. Bd. VIII. S. 328.

Leydig annimmt[1]), der einen directen Zusammenhang zwischen der Peritonealhülle der Trachee und den Zellen des »Bindegewebes« statuirt, muss ich für die Larve von Musca wenigstens entschieden in Abrede stellen. Die Tracheen treten immer nur auf die Oberfläche der Organe, niemals in die Zellen derselben, wie schon daraus hervorgeht, dass ausser den Bildungszellen der Tracheen und wahrscheinlich der Nerven überhaupt keine Zellen mit Ausläufern, und keine Anastomosen zwischen Zellen vorkommen. Ich sah oft in der jungen Larve lange Ausläufer spindel- und sternförmiger Zellen, in deren Innerem lufthaltige, elastische Röhrchen lagen, sich frei durch die Leibeshöhle nach dem Fettkörper oder einem andern Theil hin ausspannen (Fig. 97 *E*), immer aber endigten diese Tracheen mit feiner Spitze auf der Oberfläche der Organe.

Zwei bis sechs Stunden vor dem Ausschlüpfen der Larve füllen sich die Stämme und grössern Aeste der Tracheen mit Luft; nach Maassgabe ihrer histologischen Ausbildung folgen die kleinen Zweige und Endverzweigungen nach, die Füllung der letzteren geschieht meist erst nach dem Ausschlüpfen. Ich habe mehrfach die auffallende Beobachtung gemacht, dass diese Füllung auch dann vor sich geht, wenn das Ei sich im Wasser entwickelte, und halte diese Thatsache für nicht bedeutungslos, da sie zeigt, dass die Tracheen der in der Luft lebenden Insecten ganz ebenso, wie der im Wasser lebenden Larven (Phryganeen, Tipulaceen) die Fähigkeit besitzen »aus dem Wasser die Luft abzuscheiden«. Diese Fähigkeit beruht, wie ich glaube, einfach darauf, dass die elastische Haut der Tracheen für Flüssigkeiten undurchdringlich ist, eine Eigenschaft, die schon für die erste Füllung mit Luft nothwendige Vorbedingung scheint. Während der Entstehung der Tracheen ist ihr Lumen mit klarer Flüssigkeit gefüllt, welche fortwährend von Neuem durch die dünne Intima eindringt, nach Maassgabe der Erweiterung des Lumens durch das Wachsthum. Sobald nun durch Dickenzunahme und Ausbildung ihrer specifischen Natur die Intima für Flüssigkeit undurchdringlich wird, muss an Stelle des Wassers Luft eintreten, vorausgesetzt dass die Vergrösserung des Lumens noch anhält. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob die Luft direct durch die Stigmen eindringt, oder in der umgebenden Flüssigkeit aufgelöst enthalten ist. Das Gesammtvolum der Tracheenlumina nimmt nun bis zum Ausschlüpfen fortwährend zu, da sich von den Stämmen gegen die Peripherie hin immerfort neue Aeste bilden und die vorhandenen sich erweitern. Offenbar wird auf alle Punkte des Röhrensystems ein gleicher Druck von aussen einwirken, durch welchen in dem für Flüssigkeit noch durchgängigen Theile diese, in demjenigen aber, welcher kein Wasser mehr durchlässt, Luft eintreten muss. Es wird sonach die primär vorhandene Flüssigkeitsmenge so lange zunehmen, bis die elastische Haut der Stämme für Flüssigkeit impermeabel wird, sodann aber

1) Lehrbuch der Histologie S. 387 Fig. 200.

durch die eintretende Luft immer weiter gegen die Endigungen der Tracheen hinausgeschoben werden, wie denn auch in der That zuerst die Stämme und später die Aeste zweiter, dritter, vierter Ordnung sich mit Luft füllen. Dass am Ende der embryonalen Entwicklung, wo nur die feinsten Tracheen noch keine Luft enthalten, das Gesammtvolum der noch Flüssigkeit enthaltenden Röhren dem Gesammtvolum der vor Beginn des Lufteintrittes vorhandenen Intimaröhren gleichkomme, ist allerdings kaum anzunehmen, und es muss wohl eine Resorption der Flüssigkeit in den letzten Spitzen der Tracheen zu Hülfe kommen, um auch hier den Lufteintritt zu ermöglichen; denkbar wäre es aber auch, dass die um diese Zeit eintretende Bewegung der Larve einen grösseren Druck auf die Stämme ausübte, und so die Luft in die feinen Endigungen hineinpresste.

Fettkörper.

Auch der Fettkörper bildet sich bereits im Ei, wenigstens sind die ihn zusammensetzenden Lappen angelegt, wenn ihnen auch der charakteristische Inhalt, das Fett, noch mangelt, und sie noch nicht die Ausdehnung besitzen, wie später. Auf die gröbere anatomische Structur werde ich bei Beschreibung der Larvenentwicklung zurückkommen, hier nur das Histologische. Die Lappen des Fettkörpers bilden sich direct aus der tiefen Zellenschicht des Embryo, und bestehen ganz aus denselben kugligen Embryonalzellen, wie die Tracheenstränge. In der jungen Larve sind diese zu regelmässigen Sechsecken abgeplattet, besitzen einen ovalen Kern und einen klaren, nur sparsam mit blassen Körnern versetzten Inhalt. Eine Intercellularsubstanz mangelt ganz, und tritt auch in späterer Zeit nicht auf, und so vermag ich keinen besondern Vortheil darin zu erkennen, dieses reine Zellengewebe mit dem Bindegewebe der Wirbelthiere, welches sich gerade durch das Vorherrschen der Intercellular- oder Internuclearsubstanz charakterisirt, in eine histologische Gruppe zu vereinigen. Ob functionell eine so grosse Uebereinstimmung zwischen beiden Geweben besteht, dass ein gemeinsamer Name zu rechtfertigen ist, und ob überhaupt bei den Insecten ein dem Bindegewebe der höheren Thiere entsprechendes Gewebe existirt, denke ich bei einer andern Gelegenheit zu besprechen.

Nervensystem.

Das Nervensystem wird bei Musca wahrscheinlich um dieselbe Zeit angelegt, wie bei den Tipuliden d. h. nur um weniges später als das Nahrungsrohr, die Isolirung desselben durch Präparation gelingt aber erst in der dritten Periode. Es besitzt dann eine der definitiven bereits sehr ähnliche Gestalt, d. h. es besteht aus einem zapfenförmigen, die

Bauchganglienkette repräsentirenden Strang, welcher vorn vom Oesophagus durchbohrt wird, und auf der Rückenseite desselben zu zwei symmetrischen Hälften des oberen Schlundganglions, eine jede von beinahe kugliger Gestalt, anschwillt. Die Grössenverhältnisse der einzelnen Theile sind jedoch noch sehr verschieden von denen der Nervencentren der Larve. Die Länge des ganzen Nervenstranges beträgt 0,73 Mm., während kurz vor dem Auskriechen der Larve nur noch 0,49 Mm.; es findet also eine Verkürzung um fast die Hälfte der ursprünglichen Länge statt. Die Pupiparen bilden hier das Mittelglied zwischen Tipuliden und Musciden, bei ihnen [1]) besteht das Nervensystem des Embryo aus einer Reihe von den Segmenten entsprechenden Knoten, ähnlich wie bei Chironomus, später aber rücken diese Knoten dichter zusammen, die Ganglienkette verkürzt sich und stellt schliesslich eine keulenförmige Masse dar, an welcher indessen die Zusammensetzung aus einzelnen Knoten durch scharfe Einschnitte kenntlich bleibt. Bei Musca sind solche Einschnitte auch in den frühesten Stadien nicht vorhanden. Vermuthlich bildet sich auch hier das Nervensystem aus der tiefen Lage der Keimwülste, welche sich aber jedenfalls nicht in ihrer ganzen Länge an seiner Bildung betheiligen. Letzteres ist indessen auch bei Chironomus nicht der Fall, wo wir im letzten Segment ebenfalls kein Ganglion entstehen sahen. Es ist dies ein neuer Beweis gegen die Theorie *Zaddach*'s, dass für jedes zur Zeit der Bildung des Nervensystems noch selbstständige Segment auch ein Ganglion gebildet würde. Der Nervenstrang liegt beim Embryo im vierten und fünften Segment (Fig. 80 *gstr*), und reicht anfänglich bis ins sechste Segment hinein, der Oesophagus tritt mit seinem hintern Theile durch den Schlundring, so dass das obere Schlundganglion (*sg'*) dem Proventriculus wie ein Sattel aufliegt, und nach vorn bis gegen den Schlundkopf hinreicht. Es steht demnach nichts im Wege, sobald man die Bildung des Schlundkopfs durch Einstülpung des Vorderkopfs und der Kopfwülste kennt, sich die Entstehung des Schlundringes aus den auseinanderweichenden und den Vorderdarm zwischen sich nehmenden vordern Enden der Keimwülste entstanden zu denken; der Nachweis eines solchen Bildungsmodus kann aber hier nicht geführt werden.

Die histologische Structur des centralen Nervensystems ist sehr einfach und bleibt sich im Wesentlichen während der embryonalen Entwicklung und auch später noch gleich. Zellen von kugliger Gestalt, in keiner Weise besonders ausgezeichnet, ohne Ausläufer und ohne bestimmte gegenseitige Anordnung setzen massenweise beisammen liegend den Nervenstrang zusammen, und sind umhüllt von einer feinen, structurlosen Hülle, welche wohl als Ausscheidungsproduct der oberflächlichen Zellenlage zu betrachten ist. Die Zellen besitzen einen sehr hellen Inhalt und geben dadurch dem Nervenstrang eine gegen die übrigen

1) *Leuckart*, Entwicklung d. Pupiparen S. 79.

Organe etwas abstechende, weissliche Färbung; sie messen 0,012—0,015 Mm. im Durchmesser, sind also im Verhältniss zu den die Keimwülste ursprünglich zusammensetzenden Zellen klein zu nennen, und besitzen einen ovalen klaren Kern von 0,010 Mm. Durchmesser.

Die Nerven entspringen von den Schlundganglien und den Seiten des Bauchstrangs; über ihre histologische Entstehung besitze ich nur sehr wenige Beobachtungen, nach welchen sie wahrscheinlich durch spindelförmiges Auswachsen einzelner Zellen entstehen, innerhalb deren sich sodann die Axencylinder bilden. In einigen Fällen sah ich Nerven von dem Bauchstrange seitlich abgehen, welche noch deutlich sich als spindelförmige Zellen mit einem oder mit zwei dichtbeisammenliegenden Kernen erkennen liessen.

Haut und Muskeln.

Es wurde oben erwähnt, dass in der zweiten Entwicklungsperiode die Trennung der embryonalen Zellenmasse in eine oberflächliche und tiefe Schicht erfolgt. Während sich aus der letzeren Darm, Nervencentren und Respirationssystem bilden, entsteht aus ersterer der grösste Theil der Muskeln und die äussere Haut. Der innere Theil fällt der Muskelbildung zu, und nur die äusserste Zellenlage wird zur Haut, d. h. zu der Zellenschicht, welche auf ihrer Oberfläche die Chitinhaut abscheidet. Sie wurde bisher bald nach ihrer morphologischen Bedeutung als Epidermis (*Gegenbaur*[1]) bezeichnet, bald als Epithel der Haut, bald nach einer vielleicht sehr richtigen Analogie als Corium[2]) oder auch als chitinogene Schicht (*Leuckart*, *Claparède*[3])) und als subcutane Zellenschicht. Alle diese Bezeichnungen haben ihre Uebelstände, und ich möchte daher den Namen H y p o d e r m i s vorschlagen, der soviel mir bekannt, noch nicht vergeben, und deshalb noch fähig ist, eine Specialbedeutung anzunehmen. Die Hypodermis besteht beim Embryo von Musca aus regelmässig sechseckigen, platten Zellen, welche eine einfache ununterbrochene Lage bilden, sehr ähnlich einem vollkommen ausgebildeten Pflasterepithel, und welche niemals miteinander verschmelzen, wie dies von *Claparède* für die Spinnen, von *Baur*[4]) für den Flusskrebs angegeben wird. Die Cuticula, welche von diesen Zellen ausgeschieden wird, ist farblos, sehr dünn, aber ziemlich fest, und bildet an verschiedenen Stellen vorragende Leisten, kurze Borsten und dornartige Stacheln, welche bei Gelegenheit der äussern Körperform der Larve näher beschrieben werden sollen.

In welcher Weise die Umwandlung der grossen Embryonalzellen in

1) Grundzüge d. vergleich. Anatomie, Leipzig 1859. S. 199.

2) *Leydig*, Lehrbuch d. Histologie S. 111.

3) A. a. O. S. 71.

4) Ueber den Bau der Chitinsehne am Kiefer der Flusskrebse, Arch. f. Anat. u. Phys 1860. S. 113.

die sehr kleinen muskelbildenden Kerne geschieht, lässt sich durch Beobachtung nicht feststellen, möglich, dass die vielkernigen Zellen, deren ich oben bei Gelegenheit der Fortpflanzungsweise der Embryonalzellen gedachte, auf die Muskelbildung bezogen werden müssen. Für diese Annahme spricht einigermassen das Vorkommen derselben, indem sie nicht in allen Theilen der Embryonalanlage, sondern hauptsächlich in der Nähe der Peripherie sich vorfinden, zumal am Vorderende in der Gegend des muskelreichen Schlundkopfes, zweitens aber auch das Vorkommen ähnlicher vielkerniger, wenn auch viel kleinerer Zellen in den Muskelanlagen von Puppen anderer Dipteren (Chironomus und Simulia, siehe meinen Aufsatz »Ueber die zwei Typen contractilen Gewebes etc. in Zeitschr. f. rat. Med. 3 Reihe Bd. XV. S. 66 ff.). Gerade die ersten Anlagen der Muskelprimitivbündel lassen sich im Ei von Musca nicht wohl isoliren, dennoch kann kein Zweifel sein, dass sie genau auf dieselbe Weise entstehen, wie ich von den Muskeln der Puppen am angegebenen Orte geschildert habe, und wie in der zweiten Abtheilung der vorliegenden Arbeit noch genauer besprochen werden soll. Am besten isoliren sich die Muskeln des Schlundkopfes. Sie stellen cylindrische Schläuche von circa 0,034 Mm. Durchmesser vor, bestehend aus einem structurlosen, feinen Sarcolemma, welches mit einer klaren, nicht flüssigen, sondern zähen, festweichen Masse gefüllt ist. In diese Grundsubstanz sind massenweise, und ohne bestimmte Anordnung sehr kleine Kerne (Durchmesser 0,0051—0,0086 Mm.) eingebettet, mit klarem Inhalt und stark lichtbrechendem Nucleolus. Von einer Querstreifung ist noch keine Spur vorhanden, dennoch contrahiren sich die Muskeln bereits, vermitteln das Ausschlüpfen der Larve aus dem Ei, und entwickeln sich erst während der Larvenzeit zu den bekannten Formen des Arthropodenprimitivbündels. Ihre weiteren Metamorphosen bleiben deshalb der Darstellung der Larvenentwicklung vorbehalten. Sobald die Trennung der oberflächlichen Zellenschicht in Hypodermis und Muskeln stattgefunden hat, lässt sich das Verhältniss beider Theile zu einander am unverletzten, in seiner Eihülle befindlichen Embryo ganz wohl erkennen. Die Hypodermis (*hy*) erscheint im Profil als ein Band von gleichmässiger Dicke (etwa 0,034 Mm.), zusammengesetzt aus kleinen (Durchmesser 0,015 Mm.) viereckigen Zellen, denen eine feine, durch dunkeln doppelten Contour kenntliche Cuticula aufliegt: die Chitinhaut. Wenn die von Segment zu Segment laufenden, in doppelter Lage vorhandenen Längsmuskeln sich zusammenziehen, hebt sich die Hypodermis in wellenförmiger Biegung von ihnen ab und ein leerer Raum zwischen ihnen lässt beide um so deutlicher hervortreten (Fig. 100).

Rückengefäss.

An die Haut und die Muskeln würde sich naturgemäss die Bildung des Rückengefässes anschliessen, falls es möglich wäre, über seine Ent-

stehung etwas zu eruiren. Aus seiner Lage in der Larve, wo es die Mittellinie des Rückens einnimmt, eine Stelle, die von den Muskeln der Haut frei bleibt, lässt sich schliessen, dass es hier an Stelle der letzteren aus der tiefen Lage der oberflächlichen Zellenschicht sich bildet. Während der embryonalen Entwicklung gelingt es nicht, dasselbe zur Anschauung zu bringen, an jungen Larven habe ich mehrmals den hintern Theil desselben recht hübsch beobachten können. Er contrahirte sich 56 Mal in der Minute.

Der Act des Ausschlüpfens und die äussere Körperform der jungen Larve.

Wenn die Tracheen mit Luft gefüllt sind, und das Kaugestell mit seinen Haken eine dunkle Färbung erhalten hat, nehmen die Bewegungen des Embryo an Häufigkeit und Intensität zu, die Leibessegmente ziehen sich zusammen und dehnen sich wieder aus, der Schlundkopf, und mit ihm das Kaugestell wird vor- und zurückgeschoben, und der mittlere zahnförmige Haken (die verschmolzenen Mandibeln) gegen die Eihaut angedrückt. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelingt es der Larve einen Riss in die Dotterhaut zu machen (das Chorion war künstlich entfernt worden), der Riss erweitert sich durch das Nachdrängen des Körpers, und das junge Thier kriecht aus. Eine eingehende Beschreibung der Larve verspare ich auf die Darstellung der spätern Entwicklung, hier nur kurz das Hauptsächliche über die äussere Körperform. Die junge Larve hat in vollkommen ausgestrecktem Zustand eine Länge von etwa 2 Mm., ist also länger als das Ei (1,4 Mm.), was daher rührt, dass die Leibessegmente sich im Ei bis auf einen gewissen Grad fernrohrartig ineinanderschieben, das erste sogar sich fast vollständig in das zweite zurückzieht.

Die Larve (Fig. 93) ist drehrund, walzig, von hinten nach vorn an Dicke allmählich abnehmend; die zwölf Segmente sind sehr gleichmässig gebildet, und bieten mit Ausnahme des ersten und letzten von aussen wenig Eigenthümliches dar. Der Vorderrand eines jeden ist zu einem wulstigen Ringe verdickt, welcher mit mehreren Reihen kurzer, rückwärts gerichteter, dornartig mit breiter Basis und scharfer Spitze versehener Stacheln besetzt ist, einer für die Locomotion der Larve sehr wichtigen Vorrichtung. Dem ersten Segmente (Kopfsegment) fehlt dieser Ringwulst, sein vorderer Rand ist quer abgestutzt und in der Mittellinie herzförmig eingeschnitten, sowohl auf dem Rücken, als auf dem Bauche, eine Andeutung seiner Entstehung durch Verschmelzung paariger Theile, der vordern Maxillen und der Scheitelplatten. An der Bauchseite liegt die Mundöffnung, eine flache dreieckige Grube, deren Schenkel nach vorn gegen die Mittellinie laufen, um wieder auseinander zu biegen und so zwei flache Hügel darzustellen, auf welchen je ein schwarzer

Chitinhaken liegt (in Fig. 93, welches die Larve vom Rücken her zeigt in *vh* angedeutet), dessen Schaft lang und gerade, dessen Spitze kurz in rechtem Winkel nach aussen gebogen ist; sie wurden bereits oben erwähnt, so wie auch die vor ihnen sitzenden ganz ähnlichen aber ungefärbten sieben bis acht kleineren Zähne. Die Mundöffnung ist in der Ruhe von unten her durch die Unterlippe bedeckt. Aus dem Winkel zwischen dieser und den seitlichen Schenkeln der Mundgrube entspringen jederseits die oben bereits erwähnten vier fadenartigen, hellen Chitinleistchen, von denen je zwei parallellaufend im Bogen nach aussen ziehen. Die vordere quer abgestutzte Fläche des Kopfes besitzt einen obern und einen untern Rand, deren jeder an der Seite eine scharfe, rechtwinklige Ecke bildet, die obern gehören den Scheitelplatten, die untern den Maxillen an. In jeder der vier Ecken liegt ein Ganglion von kugliger Gestalt, auf ersteren sitzen die den Antennen entsprechenden Taster auf, auf letzteren die Maxillentaster (Fig. 93 *gls* und *gli*). Die Ganglien selbst bestehen aus structurloser Hülle und einem Inhalt von klaren Zellen; die beiden Ganglien einer Seite werden aus einem gemeinschaftlichen Nervenstämmchen versorgt, welches sich in geringer Entfernung von ihnen theilt und leicht zu erkennen ist.

Diese vier Ganglien sind die einzigen Sinnesorgane der Larve, da sonstige Vorsprünge der Haut mit Nerven nicht in Verbindung stehen, und Augen gänzlich fehlen.

Die junge Larve besitzt nur zwei Stigmen, welche auf dem Rücken des zwölften Segmentes liegen (Fig. 93 *st*). Die obere Fläche desselben ist schräg abgestutzt, und stellt eine nach hinten und oben sehende schildförmige Platte dar, deren Ränder in mehrere kurze Zipfel ausfahren. Auf dieser Fläche, nahe dem obern Rande liegen die zwei Stigmen dicht an der Mittellinie. Unterhalb dieser Stigmenplatte endet das Segment in eine schmälere, gegen die Bauchfläche gerichtete, einem Ambos nicht unähnliche papillose Hervorragung, auf deren unterer, quer abgestutzter Fläche der After mündet. Auch hier sind die Ecken mit kurzen Hautzipfeln verziert. Ausser den schon beschriebenen Auswüchsen und Hervorragungen der Haut finden sich nur unbedeutende cuticulare Bildungen. Die ganze Oberfläche der Haut ist durch längslaufende Schrunden etwas rauh, stellenweise, so besonders in der Umgebung der Stigmen, finden sich auch stärker ausgeprägte Querrinnen, alle diese Bildungen besitzen indessen wohl nur geringen physiologischen Werth.

Die embryonale Entwicklung von Musca vomitoria geht ungemein rasch von statten; zwischen der Befruchtung, welche beim Durchgang des Eies durch die Scheide stattfindet, und dem Ausschlüpfen der jungen Larve liegt ein Zeitraum von 17—26 Stunden (im Sommer); hohe

Lufttemperatur beschleunigt die Entwicklung, niedrige hält sie zurück [1]. Auf die erste Entwicklungsperiode kommen 5—7, auf die zweite 6—9 Stunden und der Rest fällt der dritten Periode zu (6—10 Stunden).

Erste Entwicklungsperiode: Eine halbe Stunde, nachdem das Ei gelegt worden ist, zeigt sich am vordern Pol eine dünne Blastemschicht auf der Oberfläche des sich zusammenziehenden Dotters; nach einer ganzen Stunde erscheint eine solche auch am hintern Pol und überzieht von beiden Punkten aus den Dotter. Nach zwei Stunden treten die Kernflecken am ganzen Umfange des Dotters in der Blastemschicht auf und zugleich entstehen die Polzellen. Nach drei Stunden besteht die Keimhaut aus einfacher Lage sechseckig abgeplatteter Zellen, an deren innerer Fläche das innere Keimhautblastem; nach drei und einer halben Stunde beginnt der Dotter an den Polen in die Zellen einzutreten und nach drei und drei viertel Stunden beginnt bereits die Zusammenziehung der Keimhaut, der die Bildung des Faltenblattes und Keimstreifens nachfolgt. Die Trennung des Keimstreifens in die Keimwülste, die Abschnürung des Vorderkopfs, Bildung der Scheitelplatten, der drei Kopfsegmente mit ihren Anhängen, der Mund- und Afteröffnung nimmt die letzte der fünf Stunden der ersten Periode in Anspruch.

Zweite Entwicklungsperiode, sechste bis elfte Stunde. Zusammenziehung der Keimwülste, hauptsächlich des Kopftheils derselben, Vorrücken der Kopfanhänge, Abschnüren der Scheitelplatten nach hinten; Bildung der Ursegmente. Die vordern Maxillen wachsen nach vorn und drängen sich zwischen Scheitelplatten und zweites Maxillenpaar, welches, wie auch die Mandibeln in der Mittellinie dicht aneinander liegt. Die Scheitelplatten wachsen auf dem Rücken gegeneinander, und schliessen den Kopf. Trennung der Zellenmasse in oberflächliche und tiefe Schicht, Anlage der drei Darmtheile. Die Periode endet mit der Umbeugung des Vorderkopfs auf den Lippenrand der Kopfwülste.

Dritte Entwicklungsperiode, zwölfte bis siebzehnte Stunde. Weitere Umstülpung des Vorderkopfs verbunden mit Vorwärtswachsen der vordern Maxillen, Bildung der Unterlippe; Schliessung der Segmente auf dem Rücken; Verlängerung des Darms, Anlage der Tracheen, der Nervencentren; definitive Ausbildung des Kopfes zum ersten Körpersegment, allmähliches Einstülpen desselben in das zweite. Trennung der oberflächlichen Zellenschicht in Muskeln und in Hypodermis, welche letztere die Chitinhaut auf sich ausscheidet; Gliederung des Darms in Speiseröhre, Vormagen, Chylusmagen, Darm, Anlage der Speicheldrüsen, der Blinddärme des Chylusmagens, Ausbildung der Malpighi'schen Gefässe. Zwei Stunden, öfters auch längere Zeit vor dem Ausschlüpfen beginnen selbstständige Bewegungen, und kurz darauf tritt Luft in die Tracheenstämme, um von ihnen aus gegen die Peripherie vorzudringen; Ausbildung des Schlundkopfs mit dem Hakenapparat; Ausschlüpfen.

1) Von *Claparède* auch für die Eier der Spinnen bemerkt. A. a. O. S. 4.

III.

Einiges über die Entwicklung des Pulicideneies.

Mit Taf. XI, Fig. 62.

In der Einleitung wurde bereits angedeutet, dass das Ei der Puliciden der Beobachtung nicht besonders günstig ist, das Chorion ist zwar nicht vollkommen undurchsichtig, lässt aber gerade die feineren Verhältnisse, deren Erforschung allein die Mühe einer zusammenhängenden Beobachtungsreihe lohnen würde, nicht erkennen, und spottet jeden Versuches es ohne Verletzung der Dotterhaut zu entfernen. Ich gebe deshalb nur die Abbildung eines einzelnen Stadiums, welche hinreichen wird das Verhältniss klar zu machen, in welchem die embryonale Entwicklung der Puliciden zu der der andern Dipterenfamilien steht.

Fig. 62 stellt einen Embryo von Pulex canis dar aus dem Ende der zweiten Entwickelungsperiode. Auf den ersten Blick fällt die grosse Aehnlichkeit mit dem Embryo der Tipuliden auf. Auch hier muss der Keimstreif durch wirkliches Reissen der Keimhaut entstanden sein, da zwischen Schwanzende und Kopf der Dotter frei unter den Eihäuten liegt. Offenbar hatte ersteres früher seine Stellung dicht hinter dem Kopfe gehabt, und würde bei fortgesetzter Zusammenziehung der Keimwülste sehr bald vollständig in den hintern Polraum hineingetreten sein. Während so Gestalt und Lage des Keimstreifens im Ganzen vollkommen den Verhältnissen bei Chironomus entsprechen, ist auch die Zusammensetzung der einzelnen Abschnitte eine ganz analoge. Am Kopfe drei paarige Anhänge und der Antennenfortsatz, der hier ebenso deutlich wie dort den Scheitelplatten angehört, der Vorderkopf als einziger unpaarer Theil, zwischen ihm und dem ventralen Schenkel der Kopfwülste die Mundspalte. Die Stellung dieser Theile zu einander ist eine etwas andere, besonders die hintern Maxillen kleben in seltsamer Weise der Oberfläche der Kopfwülste an, und die Scheitelplatten erreichen in keinem Punkte die Mittellinie des Rückens, so dass es fast den Anschein hat, als würden sie hier nicht zur Schliessung des Kopfes verwandt. Die Zahl der Ursegmente des Leibes stimmt mit der der Tipuliden überein, und das letzte (zwölfte) Segment lässt deutlich seine Zusammensetzung aus zwei gegeneinander geklappten Stücken, einem dorsalen und ventralen erkennen, zwischen welche eine feine Dotterspitze eine kurze Strecke weit hineinreicht, ganz wie es in demselben Stadium bei Chironomus der Fall ist (vergleiche Fig. 32).

Die gleiche Bildung des Hinterleibendes lässt auf eine gleiche Entstehung der Afteröffnung und der Hinterdarmsspalte schliessen, und so würden wir auch hier auf die Annahme eines Faltenblattes geführt, welches bei Chironomus die Bildung jener Theile vermittelte. Die Beobachtung ist aber nicht im Stande, über die Anwesenheit eines solchen Aus-

kunft zu geben und wir müssen uns begnügen constatirt zu haben, dass die embryonale Entwickelung der Flöhe derjenigen der Tipuliden am nächsten kommt, dass beide Familien zu denjenigen Insecten gehören, welche sich aus einem Keimstreifen entwickeln, der einem Reissen der Keimhaut seine Entstehung verdankt.

IV.

Rückblicke und Folgerungen.

Die erste Veränderung am befruchteten Ei der Arthropoden scheint ganz allgemein eine Veränderung der peripherischen Schicht des Dotters zu sein, welche von einer Zusammenziehung der gesammten Dottermasse begleitet ist: es bildet sich ein Keimhautblastem. Dasselbe entwickelt sich nicht überall in so auffallender und charakteristischer Weise, wie bei den Tipulaceen und Phryganeen, und daher mag es kommen, dass dasselbe von vielen Autoren gänzlich übersehen, oder doch nicht in seiner Bedeutung gewürdigt worden ist. Wie bei Musca und Melophagus, so scheint es auch bei den Spinnen von Dotterelementen dicht durchsetzt zu sein; dass es bei letzteren nicht gänzlich fehlt, geht aus der Beschreibung *Claparède*'s hervor, der desselben zwar nicht ausdrücklich erwähnt, jedoch angiebt, dass vom Beginne der Entwicklung an, und also noch vor dem Auftreten der Kerne, die oberflächliche Schicht des Dotters sich physikalisch und vielleicht auch chemisch umwandelt[1]. Der Umstand, dass der Bildung der Kerne und Zellen die Umwandlung eines Theils des Dotters zu einem Blastem vorhergeht, scheint mir besonders im Gegensatze zu der Zellenbildung durch Dotterfurchung wichtig, worauf ich weiter unten zurückkommen werde.

In dem Keimhautblastem entstehen die Kerne; auch dieser Punkt ist durch die Untersuchungen *Leuckart*'s und *Claparède*'s, denen sich die meinigen anschliessen, als festgestellt zu betrachten, wenn es auch bis jetzt nicht gelingen wollte, zu einem Abschluss über die Art dieser Entstehung zu kommen. Es liegt hier die Frage nach der Continuität aller organischen Formelemente (Zellen oder Kerne) vor, eine Frage, die mit der nach der Continuität aller lebenden Wesen im genauesten Zusammenhange steht, und gleichsam eine Parallele zu dieser darstellt. Es kann deshalb nicht Wunder nehmen, wenn sich einiger Parteieifer in die Beurtheilung der vorliegenden Thatsachen gemengt hat. »Die Mehrzahl der Forscher ist der Ansicht, dass das Keimbläschen mit der Befruchtung schwinde und somit der Kern der ersten Furchungskugel ein ganz neu entstandenes Gebilde sei, es sind jedoch auch gegentheilige Stimmen laut geworden und haben, namentlich *J. Müller* (bei Entoconcha mirabilis) und

1) A. a. O. S. 8.

später auch *Leydig* und *Gegenbaur* Beobachtungen vorgebracht, denen zufolge das Keimbläschen nicht schwinden soll, in welchem Falle der erste Furchungskern als mit demselben identisch anzusehen wäre.« In diesen Worten fasst *Kölliker*[1]) den augenblicklichen Stand der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Keimbläschen und Kernen der Embryonalzellen zusammen. Bei den Insecten ist ein solcher Zusammenhang noch niemals beobachtet worden, alle Beobachter stimmen darin überein, dass das Keimbläschen mit der Befruchtung schwinde, *Kölliker* sowohl als *Rathke*[2]), *Zaddach*, *Huxley* und *Leuckart* konnten in dem gelegten Ei ein Keimbläschen nicht mehr auffinden. Allerdings ist aber dieser negative Beweis für die Unabhängigkeit der entstehenden Kerne vom Keimbläschen keineswegs ausreichend, da ein Uebersehen eines kleinen Bläschens in einer grossen Menge dunklen Dotters auch bei grösster Aufmerksamkeit immer noch möglich ist, und so kann es nicht verwundern, wenn in neuester Zeit *Claparède*, trotzdem auch er in dem gelegten Ei der Spinnen kein Keimbläschen mehr entdecken konnte, dennoch an dem Satz »omnis cellula e cellula« festhält, und ohne andere Basis als diesen Satz die feste Ueberzeugung ausspricht, dass die Kerne der Keimhautzellen vom Keimbläschen abstammen (—»je ne doute pas, que tous ces nucléus ne descendent d'un nucléus ou d'une cellule préexistante, sans doute de la vésicule germinative«)[3]). Ich glaube, dass die oben angeführten Beobachtungen über das Entstehen der fraglichen Kerne bei Chironomus und Musca genügen werden, um diese Frage zur Lösung zu bringen. *Claparède* gelang es nicht über die Art und Weise des Entstehens der Kerne Näheres zu beobachten, er sah nur, wie auf der Oberfläche des Dotters hier und da kleine, sehr klare, kreisrunde Flecken entstanden —»il ne m'a jamais été possible de les observer avant qu'elles fussent déjà nombreuses et entourées de quelques granules«. Sie entstehen demnach sehr rasch hintereinander, fast gleichzeitig auf der ganzen Oberfläche des Dotters. Ganz ebenso verhält es sich bei Musca und Chironomus, nach *Zaddach*'s Darstellung, welcher übrigens die Kernflecken für Zellen hielt, bei Phryganea und nach *Leuckart* bei Melophagus. Sobald dieser Punkt als allgemein gültig feststeht, dass nämlich die Kernflecken zu gleicher Zeit an vielen verschiedenen Punkten der Dotteroberfläche auftreten, so würde ein Zusammenhang dieser Kerne mit dem Keimbläschen nur in der Weise denkbar sein, dass letzteres sich in der Tiefe des Dotters vervielfacht, und dass dann die aus ihm hervorgegangenen Kerne plötzlich durch irgend eine centrifugal wirkende Kraft gleichzeitig an die Oberfläche des Dotters geschleudert würden. Es müssten sich dann, noch vor dem Auf

1) Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere, Leipzig 1861 S. 32.

2) Studien zur Entwickelungsgeschichte der Insekten. (Herausgegeben von *Hagen*.) Stettiner entomolog. Zeitung. Jahrg. 22, 1861, p. 169.

3) A. a. O. S. 9.

treten der Kernflecke an der Peripherie eine grosse Anzahl von Kernen im Innern des Dotters vorfinden. Dies ist indessen nicht der Fall, wie ich mich durch vielfache Untersuchung der Eier von Musca in diesem Stadium überzeugt habe. Es bedarf aber auch eines solchen negativen Beweises nicht, da die Art und Weise, wie die Kerne entstehen, jeden Zweifel an der Unabhängigkeit ihres Entstehens ausschliesst.

Unter unsern Augen treten in dem Blastem helle Flecke auf, die sich isolirt als solide, kuglige Massen einer krystallhellen Gallerte ausweisen (Musca), welche ohne scharfe Grenze ganz allmählich in das Blastem übergeht. Die Begrenzung erfolgt erst später, und indem die Aussenschichte der soliden Kugel zu einer Membran erhärtet, wandelt sich das Uebrige zu einer Flüssigkeit um, es entsteht ein Bläschen mit Membran und flüssigem Inhalt. Die Kerne entstehen somit durch eine chemische Differenzirung des Blastems; dasselbe trennt sich in eine gleichmässige Grundsubstanz und in die kugligen Gallertmassen der Kerne, die sich besonders bei Chironomus schon durch ihre optischen Eigenschaften (Farblosigkeit und schwaches Lichtbrechungsvermögen) von der Grundsubstanz des Blastems, dem Protoplasma der zu bildenden Zellen auffallend unterscheiden. Ein weiterer chemischer Process, in seiner wahren Natur uns ebenso unergründlich wie der erste, wandelt sodann die soliden Kernkugeln zu Bläschen um, und man kann nicht umhin, eine grosse Aehnlichkeit zwischen dieser Bildung der Kerne und der später erfolgenden Bildung der Zellen selbst durch Trennung des Protoplasma in Membran und Inhalt zu finden. Mit dem Nachweis einer allmählichen Entstehung der Kerne im Blastem ist zugleich festgestellt, dass sie Neubildungen, dass sie nicht Abkömmlinge des Keimbläschens sind.

Wenn ich die Angaben, welche *Leuckart* und *Claparède* über die Bildung der Keimhautzellen der Arthropoden gemacht haben, mit meinen Beobachtungen vergleiche, so scheint mir auch hier ein Schlussresultat nicht mehr fern zu liegen, und selbst die in diesem Punkt unvollkommenen Beobachtungen *Kölliker*'s und *Zaddach*'s, sowie die in einseitiger Weise ausgebeuteten *Robin*'s scheinen nur zu bestätigen, dass die Bildung der Keimhautzellen bei den Arthropoden im Wesentlichen überall auf dieselbe Weise vor sich geht. Um mich *Claparède*'s Ausdruck zu bedienen: »die Kerne wirken wie Attractionscentren«, das Blastem zieht sich kuglig um sie zusammen und zerfällt in primäre Zellen. Bei den Arachniden zeichnet sich diese Zusammenziehung weniger durch stark vorspringende, kuglige Vorragungen aus, als vielmehr durch die Ansammlung der im Blasteme vorhandenen Dotterkörner um den Kern; bei den Insecten beginnt schon während der Entstehung der Kerne das Blastem sich wellig zu erheben. Die aus dieser freien Zellenbildung hervorgegangenen Zellen theilen sich, und der ersten Theilung folgt eine zweite bald nach. Die Zellmembran bildet sich erst spät, durch

Umwandlung der Rindenschicht des Protoplasma, mit der eine Verflüssigung des Inhaltes Hand in Hand geht. In allen diesen Punkten stimmen die Beobachtungen *Claparède's* mit den meinigen überein; handelt es sich darum theoretisch diese Thatsachen zu verwerthen, so scheint mir kein Grund vorzuliegen, eine ganz neue Art der Zellenbildung durch Knospung zu statuiren, wie dies von *Robin* geschehen ist, sondern wir werden einfach sagen, dass die Zellen der Keimhaut bei den Insecten (wahrscheinlich bei den Arthropoden im Allgemeinen) durch freie Zellenbildung entstehen, wir werden zurückgeführt zu der Theorie der Zellenbildung, welche die Entdecker der Zelle, *Schleiden* und *Schwann* bereits vor zwanzig Jahren als allgemein gültig verkündigten, welche später durch *Bergmann* und *Henle* zur sogenannten Theorie der Umhüllungskugeln ausgebildet wurde, und welche auch jetzt wieder einiger Modificationen bedarf, um den Thatsachen ganz gerecht zu werden. Nicht nur muss mit *Bergmann* die Ansicht *Schwann's*, dass die Zellenmembran sich früher als der Zelleninhalt unmittelbar um den Kern bilde, dahin abgeändert werden, dass dieselbe ein Product, sei es der partiellen Umwandlung oder der Ausscheidung des Zelleninhaltes ist, auch die »Ansammlung des Blastems um den Kern« geschieht nicht dadurch, dass sich feine Körnchen aus flüssiger Grundsubstanz allmählich um den Kern anhäufen. Das Blastem ist eine festweiche, zähe Masse, welche durch das Auftreten der Kerne plötzlich in Kernterritorien zerfällt. *Robin* ist vollkommen im Recht, wenn er behauptet, die Zellen der Keimhaut entstünden nicht durch Dotterfurchung, er irrt aber, wenn er diese Behauptung für neu hält, da im Gegentheil alle Forscher, welche über Entwickelung der Arthropoden arbeiteten, eine wirkliche Dotterfurchung geläugnet haben. So *Kölliker*[1]), *Zaddach*[2]), *Rathke*[3]). *Leuckart*, und ihm schliesst sich neuerdings *Claparède*[4]) an, glaubte allerdings eine Aehnlichkeit zwischen der Dotterfurchung und der Zellenbildung im Insectenei zu erkennen, er glaubte, »dass die Vorgänge der Zellenbildung im befruchteten Insectenei sich aufs engste anschlössen an die gewöhnlichen Erscheinungen des embryonalen Zellbildungsprocesses.«[5]) *Leuckart* wie auch *Claparède* leitete diese Ansicht aus Beobachtungen an Eiern ab, an welchen das Vorhandensein einer selbstständigen Blastemschicht nur schwer zu erkennen ist, und Beide betrachteten die Gruppirung des mit Dotterkörnchen dicht durchsetzten Blastems um die Kerne als eine Anhäufung von Dottermasse. Unter dieser Voraussetzung liegt es freilich sehr nah, die Bildung der Keimhautzellen als eine oberflächliche Dotterfurchung zu betrachten. Hat man sich aber, wie dies an Tipulideneiern sehr leicht ist, überzeugt, dass

1) De prima insectorum genesi, S. 2.
2) Entwickelung des Phryganideneies, Abschnitt I.
3) Stud. zur Entwickelungsgeschichte d. Insekten.
4) Recherches sur l'évolution des araignées, S. 10.
5) Entwickelungsgeschichte d. Pupiparen, S. 66.

nicht der Dotter selbst die Kerne umhüllt, sondern eine von ihm durchaus verschiedene Blastemschicht, so können die primären Keimhautzellen nicht mehr als Anhäufungen von Dotter um centrale Kerne betrachtet werden, und diese Aehnlichkeit mit den Furchungskugeln schwindet. Ich will übrigens nicht verkennen, dass in der That beide Processe der Zellenerzeugung eine grosse Verwandtschaft zueinander besitzen, ja dass ihnen offenbar gleiche vitale Kräfte zu Grunde liegen müssen. Offenbar ist die anziehende Kraft der Kerne in beiden Fällen das primum movens der Zellenbildung, in beiden Fällen wird eine gegebene Menge von Material plötzlich in Portionen getheilt, entsprechend den als Centren fungirenden Kernen. Die kuglige Zusammenziehung des Blastems um massenweise und gleichzeitig auftretende Kerne muss auf die nämlichen unbekannten Attractionskräfte des Kernes zurückgeführt werden, wie die successive Abschnürung der Furchungskugeln. Trotz dieser Aehnlichkeit zwischen beiden Arten der Zellenerzeugung bleibt es doch nothwendig, beide als durchaus differente Vorgänge anzusehen, und ich bin um so mehr geneigt Nachdruck darauf zu legen, dass die Zellenbildung im Ei der Arthropoden nicht durch Dotterfurchung, sondern durch freie Zellenbildung in kernlosem Blastem zu Stande kommt, als viele der bedeutendsten Forscher in neuester Zeit dahin neigen, die freie Zellenbildung ganz ins Reich der Fabel zu verweisen.

Ganz auf dieselbe Weise wie die Zellen der Keimhaut entstehen die in ihrer Bedeutung so räthselhaften Polzellen, welche nach der Angabe *Robin's*[1]) (dessen »globules polaires«) eine allen Thieren, die sich aus dem Ei entwickeln, zukommende Erscheinung sind. *Claparède* erwähnt ihrer für die Spinnen nicht, und ob die Polzellen der Insecten, welche, soviel mir bekannt, früher noch nicht beobachtet wurden, in eine Linie zu stellen sind mit den längst bekannten »Richtungsbläschen« der Molluskeneier, scheint mir sehr zweifelhaft. Nach *Rathke*[2]) sind letztere nichts, als ausgeschiedene Tropfen des Liquor vitelli, sind ohne alle Bedeutung für die Entwickelung des Embryo, und die neuesten Untersuchungen *Lereboullet's*[3]) theilen ihnen keine bedeutungsvollere Rolle zu. Bei den Insecten lässt es sich wenigstens feststellen, dass sie wirkliche Zellen sind, die später mit den Zellen der Keimhaut zusammentreten (Chironomus), wenn freilich ihre eigentliche Bedeutung auch hier vollkommen unklar bleibt.

Robin gründet auf sie seine Theorie von der Entstehung der Keimhautzellen par gemmation, und lässt sie als solide Kugeln entstehen, so

1) Mém. sur la production des cellules du blastoderme sans segmentation du vitellus chez quelques articulés. Compt. rend. Tom. 54. S. 150.

2) Zur Kenntniss des Furchungsprocesses im Schneckeneie, Arch. f. Naturgesch. 1848. S. 157.

3) Recherches d'embryologie comparée sur le développement de la Truite, du Lézard et du Limnée. III Partie. Ann. des scienc. nat. Sér. 4. Zool. T. XVII. (186

denen erst nachträglich sich ein Kern bildet. Dass nicht die Zellen das Primäre sind, sondern die Kerne, dass von diesen die Zellenbildung ausgeht, ist dem französischen Forscher gänzlich entgangen.

Die Keimhaut besteht bei allen Insecten, wahrscheinlich bei allen Arthropoden aus einer *einfachen Lage von Zellen*. Mit den Beobachtungen, welche ich selbst in dieser Beziehung an verschiedenen Tipuliden und Musciden gemacht habe, stimmen die Angaben *Zaddach's* für die Phryganeen, *Leuckart's* für die Pupiparen und *Claparède's* für die Spinnen vollkommen überein. Eine mehrfache Zellenlage kommt erst dann zu Stande, wenn der Keimstreif gebildet wird. Ob auch die oben beschriebene, eigenthümliche Art des Längenwachsthums der Keimhautzellen auf Kosten einer innern, neu sich bildenden Blastemschicht allgemein der Bildung mehrfacher Zellenlagen vorausgeht, müssen weitere Beobachtungen lehren.

Keimstreif. Es scheint bei den Arthropoden allgemeines Gesetz zu sein, dass nur die Bauchseite des Embryo direct aus der Keimhaut hervorgeht, und der Rücken erst secundär entsteht, dass der Embryo sich nicht aus einer geschlossenen Zellenblase, sondern aus einem bandartigen Zellenstreifen entwickelt, mit einem Wort: *dass ein Keimstreif gebildet wird.* Wenn wir von den spärlichen und wohl nicht ganz feststehenden Angaben einer Entwickelung ohne Keimstreif absehen, so lässt sich aus den hier mitgetheilten Beobachtungen der Schluss ziehen, dass der Keimstreif der Arthropoden auf zwei verschiedene Arten sich bildet, entweder durch Reissen der Keimhaut, oder dadurch, dass ein Theil von ihr sich verdickt und scharf abgrenzt, während der Rest vorläufig indifferent bleibt, und an der Bildung der Urtheile des Embryo keinen Antheil nimmt. Es kann hienach ein *regmagener* und ein *aregmagener Keimstreif* unterschieden werden, je nachdem derselbe durch Reissen der Keimhaut entstanden ist oder nicht. In beiden Fällen scheint die Entstehung des Keimstreifens aufs genaueste zusammenzuhängen mit dem Auftreten eines oberflächlichen Blattes, des Faltenblattes; die Ausbreitung desselben bestimmt die Grenzen des Keimstreifens. Beim regmagenen Keimstreifen tritt dies weniger hervor, da hier die ganze Keimhaut in die Bildung des Keimstreifens eingeht, und somit die Grenzen des Faltenblattes mit den Rändern der zerrissenen Keimhaut zusammenfallen. Die Grenzen des Keimstreifens springen deshalb hier sehr in die Augen, sind aber beim aregmagenen Keimstreifen ganz ebenso scharf vorhanden. Ich halte die verschiedene Genese desselben nicht für essentiell, finde vielmehr die Ursache derselben in ziemlich nebensächlichen, fast möchte ich sagen zufälligen Verhältnissen. Die Nothwendigkeit eines Reissens der Keimhaut scheint mir durch die Lage des zu bildenden Keimstreifens und diese wiederum durch die Länge desselben im Verhältniss zur Grösse des Eies bedingt, es handelt sich hier um eine Oekonomie des gegebenen Raumes. Die Ränder eines Keim-

streifens, dessen beide Enden (Kopf und Schwanz) dicht aneinander liegen oder gar untereinander hingeschoben werden wie z. B. bei Simulia (siehe die Abbildungen *Kölliker's*) können nicht durch eine Membran zusammenhängen, da sie zur Bildung eines Rückens und einer Leibeshöhle später auseinander rücken müssen. Die Grösse des Eies wird zwar immer in bestimmtem Verhältniss zur definitiven Grösse des Embryo stehen, nicht aber zur Länge des Keimstreifens. Das Verhältniss zwischen diesem und der Länge des ausgebildeten Embryo und also auch der des Eies ist keineswegs immer dasselbe, und hängt vor Allem von der grösseren oder geringeren Ausbildung des Kopfes und seiner Anhänge ab. Weniger von den Thoracalanhängen, und gar nicht von der Anzahl der persistirenden Abdominal- und Postabdominalsegmente, da diese nicht so reducirt und verschoben werden können als die Kopfsegmente und deshalb die Grösse des Eies von vornherein auf sie berechnet sein muss. Bei Chironomus wird fast die Hälfte der ursprünglichen Länge der Keimwülste zur Bildung des Kopfes verwandt, bei Musca nur ein viel kleinerer Theil derselben, bei ersterem besitzt die Larve einen hornigen Kopf und einen vollständig ausgebildeten Kauapparat, bei letzterer verkümmern die Kopfanhänge grossentheils, und der Kopf schrumpft zum kleinsten Körpersegment zusammen. Je vollkommener die Ausbildung des Kopfes in der Larve, um so grösser wird im Verhältniss zum Körper die Anlage desselben im Embryo sein. Ebenso bedingen Thoracalsegmente, von welchen Beine entspringen sollen, eine grössere Ausdehnung in ihrer ersten Anlage als andere, wie aus den Abbildungen *Zaddach's* und *Huxley's* [1]) deutlich hervorgeht. Es ist somit klar, das die Länge des Keimstreifens im Verhältniss zur Länge des Embryo um so grösser sein muss, je höher entwickelt die Kopf- und Thoracalanhänge der Larve, oder überhaupt des jungen Thieres sind, und es ist anzunehmen, dass alle Larven mit beissenden Mundtheilen, und alle Insecten mit unvollkommener oder fehlender Metamorphose sich aus einem regmagenen, alle sogenannten kopflosen Larven aus einem aregmagenen Keimstreifen entwickeln werden. Damit stimmen auch die vorliegenden allerdings sehr spärlichen Beobachtungen.

Der regmagene Keimstreif wurde beobachtet in der Familie der Tipulaceen (Chironomus), der Crassicornia (Simulia) [2]), der Pulicina (Pulex), unter den Käfern bei den Chrysomelinen (Donacia) [2]), unter den Neuropteren bei Phryganea [3]), der aregmagene Keimstreif ausser bei Musca auch bei den kopflosen Larven von Melophagus. *Leuckart* erkannte ganz richtig, dass der Keimstreif des letzteren sich von den früher beschriebenen Keimstreifen der Insecten wesentlich unterschied, er beobachtete, dass die Keimhaut in ihrem ganzen Umfang persistirt, und an

1) On the Agamic Reproduction and Morphology of Aphis.
2) *Kölliker*, De prim. insect. gen.
3) *Zaddach*, a. a. O.

den einzelnen Körpertheilen nur insofern ein verschiedenes Verhalten zeigt, als sie sich hier mehr, dort weniger schnell verdickt und weiter bildet. Allerdings war *Leuckart* geneigt diese Verschiedenheit zwischen den Resultaten der eigenen Beobachtungen und denen früherer Forscher auf Rechnung eines Irrthums der Letzteren, und nicht auf die Anwesenheit einer wirklichen Verschiedenheit des Objectes zu setzen, und hierin ist ihm *Claparède* nachgefolgt. Dieser ausgezeichnete Forscher überzeugte sich, dass die Keimhaut der Spinnen niemals entzweireisst, und dass der Keimstreif nur durch eine partielle Verdickung der Keimhaut entsteht[1]. Die Spinnen entwickeln sich also ebenfalls aus einem aregmagenem Keimstreifen und aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass derselbe auch hier von vollkommen scharfen Rändern begrenzt wird. Letzteres spricht sehr für die Anwesenheit eines Faltenblattes, die ich auch für Melophagus aus der Angabe *Leuckart*'s herleiten möchte, dass die Verdickung der Keimhaut zum Keimstreif zuerst am hintern und später erst am vordern Pol sichtbar werde[2]. Es stimmt dies auffallend mit der Entstehung des Faltenblattes aus zwei successiv auftretenden Falten, der Schwanz- und Kopffalte überein.

Dass das Faltenblatt nicht blos eine einzelnen Dipteren zukommende Erscheinung ist, lässt sich schon aus der Wichtigkeit seiner Rolle vermuthen, die mit der Vermittlung der Bildung des Keimstreifens keineswegs beendet ist. Aus ihm bilden sich die Scheitelplatten mit den Antennen, und durch sein eigenthümliches Verhalten am Schwanzende entsteht die Afteröffnung und wird die Spalte des Hinterdarms gegen den Rücken geschlossen. Dann erst verschmilzt es mit dem Keimstreif.

Einem Keimblatt in dem bei den Wirbelthieren gebräuchlichen Sinn entspricht das Faltenblatt sicherlich nicht, und die später erfolgende, spontane Trennung der embryonalen Zellenmasse in eine oberflächliche und eine tiefe Lage darf nicht mit ihm verwechselt werden. Es ist dies nicht nur von *Zaddach* geschehen, dem Gründer der Keimblättertheorie für die Insecten, sondern auch von *Leuckart*[3]) und *Claparède*[4]) welche Beide eine Spaltung in oberflächliches und tiefes Blatt erwähnen und damit die Entdeckung *Zaddach*'s zu bestätigen glauben. Es liegt hier aber offenbar eine Verwechselung zu Grunde, daher rührend, dass *Zaddach* die in der dritten Entwickelungsperiode ganz unabhängig eintretende Spaltung der Zellenmasse mit der von ihm in der ersten unmittelbar nach Bildung des Keimstreifens eintretenden identificirt, und diese von jener herleitet. Ich glaube oben bereits hinreichend bewiesen zu haben, dass das *Zaddach*'sche Hautblatt der ersten Periode nichts anderes ist als das Faltenblatt von Chironomus, dass es, soweit wirkliche Beobachtungen

1) *Claparède*, a. a. O. S. 21.
2) *Leuckart*, a. a. O. S. 69.
3) A. a. O. S. 70.
4) A. a. O. S 25.

und nicht nur Vermuthungen vorliegen, sich ganz ebenso weiter entwickelt, und demnach vermuthlich auch demselben Process der Faltenbildung sein Entstehen verdankt. Ich habe auch nachgewiesen, dass ein Zusammenhang zwischen ihm und dem Hautblatt der dritten Periode nicht besteht. Das von *Leuckart* beobachtete Hautblatt ist, wie ich mit Sicherheit aus der Analogie mit der ganz ähnlich sich entwickelnden Musca schliessen darf, die Hautschicht der dritten Periode von Phryganea und Chironomus, und ebenso verhält es sich mit dem von *Claparède* bei Spinnen beschriebenen Hautblatt. Daraus wird es auch erklärlich, dass letzterer Beobachter eine Spaltung seines Hautblattes in der Medianlinie des Bauchs, wie sie *Zaddach* vom Hautblatt beschreibt und wie sie in der That dem Faltenblatt zukommt, nicht bemerken konnte.

Nachdem so festgestellt, dass es sich hier um zwei verschiedene Dinge handelt, bliebe noch die Frage zu entscheiden, ob die in der dritten Periode eintretende Differenzirung der Zellenmasse als eine Bildung von Keimblättern aufzufassen sei. Ich habe diese Frage für Chironomus oben bereits verneint, und sehe in dieser Differenzirung nur den unmittelbaren Vorläufer der Anlage der einzelnen Organe und ihrer histologischen Ausbildung. Einem Hornblatt in *Remak*'schem Sinn entspricht die hier in Frage kommende Hautschicht schon deshalb nicht, weil aus ihr nicht nur die Hypodermis (chitinogene Schicht) entsteht, sondern auch ein grosser Theil der Muskeln. Schon die Zeit der Blattbildung scheint mir in dieser Frage entscheidend, da der Begriff der Keimblätter ihr Auftreten in frühester Zeit, im Keim des Embryo, in sich schliesst. Nach *Claparède*'s Schilderung tritt nun allerdings die fragliche Spaltung in Schichten bei den Spinnen ziemlich früh ein, beginnt aber doch auch hier erst nachdem die Keimwülste längst angelegt sind, sich in Ursegmente getheilt, und bereits ziemlich lange Anhänge hervorgetrieben haben. Es ist deshalb eine Parallelisirung der bei den Arthropoden in der zweiten Hälfte der Entwickelung auftretenden Differenzirung der Zellenmasse mit den Keimblättern der Wirbelthiere nicht zulässig.

Die Keimwülste. *Zaddach* hat zuerst auf die Trennung des Keimstreifens in zwei symmetrische Hälften aufmerksam gemacht: die Keimwülste. Diese Doppelaxen, wenn auch zuweilen schwach ausgebildet — *Leuckart* konnte bei den Pupiparen kaum eine Spur von ihnen entdecken — scheinen doch ganz allgemein der embryonalen Anlage der Insecten zuzukommen. Alle drei von mir untersuchten Insectenfamilien besassen sie, also sowohl Insecten mit regmagenem als mit aregmagenem Keimstreifen. Die Keimwülste enthalten die Grundlage der ganzen Bauchseite des Embryo, des Kopfes und des Hinterleibsendes; von ihnen geht die Bildung der Ursegmente aus, und in ihnen ist virtuell das Centralnervensystem enthalten. Ihr Verhalten am vordern und hintern Körperende ist ein sehr ähnliches, Kopf und Hinterleibspitze werden dadurch gebildet, dass sich die Keimwülste nach dem Rücken herumkrümmen.

Am hintern Körperende verwachsen die beiden gegeneinandergeklappten Stücke und bilden die Hinterleibspitze, am Kopf tritt eine solche Verwachsung nicht ein, das umgeklappte Stück (die dorsalen Schenkel der Kopfwülste) wird bedeckt von den Scheitelplatten, und diese in Gemeinschaft mit dem als Vorderkopf abgeschnürten vordern Ende des Keimstreifens schliessen die Kopfhöhle, während die Keimwülste selbst sich zu den Schlundganglien umwandeln. So verhält es sich bei Chironomus; bei Musca steht ein Uebergreifen der Keimwülste auf den Rücken nur vom hintern Körperende fest, wo wie bei den Spinnen eine förmliche Schwanzkappe gebildet wird. Letztere scheint dem aregmagenen Keimstreifen eigenthümlich zu sein, während ein wirkliches Umklappen dem regmagenen. Bei Phryganea beschreibt *Zaddach* die Bildung des Hinterleibsendes im Wesentlichen ganz so, wie ich sie bei Chironomus beobachtet habe und wie sie, nach Fig. 62 zu urtheilen, auch beim Floh vorkommt. Die Schwanzspitze bildet sich demnach niemals aus dem Ende der Keimwülste, sondern immer aus einer Umschlagstelle derselben.

Es wäre hier der Ort, auf die Zusammensetzung des Kopfes und die morphologische Bedeutung seiner Theile einzugehen, indessen ziehe ich es vor, diese theoretischen Fragen erst am Ende des zweiten Theils dieser Arbeit abzuhandeln, wo ein Vergleich mit den Anhängen der Imago möglich sein wird.

Die Umdrehungen des Embryo. Es bleibt mir noch übrig eine Erscheinung zu besprechen, die zwar nur bei einem der von mir beobachteten Insecten vorkam, die aber dadurch eine allgemeine Bedeutung erhält, dass ähnliche, wenn auch nicht dieselben Vorgänge bei andern Insecten beobachtet worden sind. Ich spreche von den Lageveränderungen des Embryo im Ei. Bei Chironomus kamen diese Lageveränderungen dadurch zu Stande, dass abwechselnd die Bauch- und die Rückenfläche des Embryo an die convexe Eiseite trat. Der Embryo machte zu drei verschiedenen Zeiten eine halbe Umdrehung; zum ersten Mal während des Reissens der Keimhaut — die convexe Eiseite wurde dadurch zur Rückenseite; in Folge der zweiten Umdrehung, welche in den Beginn der zweiten Entwickelungsperiode fiel, wurde die convexe Eiseite wieder zur Bauchseite, und blieb es, bis gegen das Ende der embryonalen Entwickelung in Folge des starken Längenwachsthums eine spiralige Lagerung des Embryo, und zugleich eine, wenigstens am vordern Theil des Körpers bemerkbare halbe Drehung eintrat, durch welche der Bauch wieder an die gerade Eiseite zu liegen kam. Bei allen diesen Lageveränderungen kommen keine selbstständigen Bewegungen des Embryo mit ins Spiel, sondern die Drehungen werden durch rein mechanische Momente bedingt, wie dies oben näher zu begründen versucht wurde, durch plötzlich oder allmählich eintretende Veränderungen in den Grössenverhältnissen der Theile des Embryo. *Claparède* erwähnt beiläufig, dass bei den Spinnen Drehungen des Eiinhaltes innerhalb der Eihaut leicht durch

künstliche Drehung des ganzen Eies zu erzielen und dadurch zu controliren sind, dass der räthselhafte Cumulus auf dem Dorsaltheil der Keimhaut stets oben, d. h. dem Beschauer zugewandt bleibt[1]. In einem regelmässig ellipsoidischen, oder gar wie bei den Spinnen in einem kugligen Ei bleiben solche Drehungen natürlich ohne allen Einfluss auf den Eiinhalt. In dem unregelmässigen Ei von Chironomus aber tritt durch die Drehung abwechselnd ein und derselbe embryonale Theil an die lange und an die kurze Seite des Eies, wird also bald zusammengedrückt, bald wieder ausgedehnt. Die Umdrehungen des Eiinhaltes lassen sich hier nicht auf künstliche Weise, durch Drehung des ganzen Eies erzielen, sondern der Embryo behauptet seine Lage ganz unabhängig von der des Eies. Diese Drehungen wurden bisher übersehen, *Kölliker* erwähnt ihrer nicht und auch aus seinen Abbildungen lassen sie sich nicht ableiten, unter denen sich nur eine einzige findet, in welcher der Bauch des Embryo der geraden Eiseite anliegt (a. a. O. Taf. II, Fig. III. 3). Der Verfasser sagt auch ausdrücklich »partis primitivi fines plerumque siti sunt in ovorum facie concava«, und nennt deshalb die concave (gerade) Eiseite die dorsale[2].

Es würde unrichtig sein, diese Drehungen des Embryo von Chironomus zusammenzuwerfen mit der von *Zaddach*[3]) und *Rathke*[4]) bei Phryganea, von *Claparède*[5]) bei Pholcus, Lycosis und Epeira, von *Huxley*[6]) bei Aphis beobachteten Lageveränderung, der sogenannten Umrollung des Embryo. Das Resultat beider Vorgänge ist zwar ein ähnliches und übt auf die Entwickelung vielleicht den gleichen Einfluss aus, — die vor der Umrollung zusammengedrückten Theile werden nach derselben ausgedehnt — allein der Vorgang selbst ist ein ganz anderer. Bei der Umrollung wird der vorher der Kugelfläche der Eihülle anliegende, also stark convex gewölbte Bauch allmählich concav und wendet seine Fläche dem Mittelpunkt des Eies zu, während der Rücken sich der Eihülle anschmiegt. Eine solche Umrollung kommt weder bei Chironomus noch bei Musca vor, und wurde auch von *Leuckart* bei Melophagus nicht beobachtet. Ich kann deshalb *Claparède* nicht beistimmen, wenn er sie für eine möglicherweise allen Arthropoden zukommende Erscheinung hält, ich glaube vielmehr, dass die Umrollung so wenig als die blossen Umdrehungen für typische Erscheinungen gelten können, dass beide durch rein mechanische Momente bedingt sind, und dass es hauptsächlich von der Form des Eies sowie von der Gestalt, der relativen Grösse und der Lage des Embryo abhängt, ob die eine oder die andere Form der Lageveränderung eintritt, oder ob eine solche gänzlich mangelt.

1) *Claparède*, a. a. O. S. 15
2) A. a. O. S. 3.
3) A. a. O. S. 31.
4) Stud. zur Entwickelungsgeschichte der Insekten.
5) A. a. O. S. 41.
6) A. a. O. S. 223.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Fig. 52. Ei von Musca vomitoria, eine halbe Stunde nach dem Legen; vorderes Ende. Die Zusammenziehung des Dotters hat begonnen, und eine dünne Blastemschicht ist auf seiner Oberfläche abgelagert. Hier, wie in allen folgenden Figuren ist das Chorion entfernt worden, und nur die Dotterhaut gezeichnet. Vergr. 150.

Fig. 52 *A*. Stück des Keimhautblastems, durch Zerreissen des Eies isolirt. Allmählicher Uebergang desselben in den Dotter. Vergr. 350.

Fig. 53. Hinteres Eiende. Kerne liegen in regelmässigen Abständen im Keimhautblastem, welches sich um sie zusammenzuziehen beginnt. Polzellen (*pz*) bereits vollkommen frei auf der Keimhaut, in dreien derselben doppelte Kerne. Vergr. 150.

Fig. 53 *A*. Zur Entstehung der Kerne im Keimhautblastem. Ei zerrissen und ein Stück des Blastems isolirt. Im unverletzten Ei fehlte noch die büglige Vorwölbung des Blastems um die Kerne, trat aber sofort nach Zerreissung der Eihaut ein. Der helle Kernfleck noch ganz unbestimmt begrenzt, die Dotterkörnchen gegen ihn hin an Grösse abnehmend. Vergr. 350.

Fig. 53 *B*. Die Kernflecken in der Blastemschicht des unverletzten Eies. Die feinen Dotterkörnchen, welche vorher gleichmässig in ihr vertheilt waren, concentriren sich jetzt in den Räumen zwischen den Kernen. Vergr. 350.

Fig. 54. Hinteres Eiende. Keimhaut gebildet, auf deren Oberfläche im Polraum die bereits bedeutend an Zahl vermehrten Polzellen (*pz*). *kh* Keimhaut aus einfacher Zellenlage, *ib* inneres Keimhautblastem, *d* Dotter. Vergr. 150.

Fig. 54 *A–C*. Wachsen der Keimhautzellen auf Kosten des innern Blastems. Vergr. 150.

Fig. 54 *D*. Keimhautzellen von der Fläche gesehen. Vergr. 350.

Fig. 55. Ein Stück des Keimhautblastems nach Entstehung der Kerne, aber vor Bildung der Zellen durch Zerreissen des Eies isolirt. Die halbkugligen Vorsprünge des Blastems haben sich durch den sehr schwachen Druck des Deckgläschens ausgeglichen, das Blastem bildet eine gerade feste Decke, unter welcher der Dotter und mit ihm der flüssigere innere Theil des Blastems, sowie einzelne Kerne hinfliessen. *n* Kerne, *d* Dottertröpfchen, von Eiweissschicht umgeben. Vergr. 350.

Fig. 56. Vorderes Eiende, nach Bildung der Keimhaut. Das innere Keimhautblastem (*ib*) am Pol durch den vorrückenden Dotter beinah ganz verdeckt. Vergr. 150.

Fig. 57. Hinteres Eiende. Zellen am Pol schon bedeutend in die Länge gewachsen, inneres Keimhautblastem daselbst gänzlich von Dotter durchsetzt. Polzellen nicht sichtbar, weil auf der entgegengesetzten Fläche (der dorsalen) des Pols gelegen. Vergr. 150.

Tafel XI.

Fig. 58 u. 60. Zur ersten Bildung der Keimhautzellen. 58. Halbkuglige Vorsprünge, innerhalb deren die Kerne. 60. Dieselben weiter abgeschnürt,

durch Zerreissen des Eies isolirt, erscheinen als kolbige Fortsätze mit ihrer Basis dem Blastem aufsitzend. Vergr. 50.

Fig. 59. Vorderes Eiende. Inneres Keimhautblastem vollständig verschwunden, der Dotter tritt in die Zellen ein. Vergr. 150.

Fig. 61. *a*. Persistirendes Keimbläschen, deutliche Membran, mit Dotterelementen gemischter Inhalt. *b b*. Secundäre (d. h. durch Theilung der primären entstandene) Keimhautzellen, noch keine Membran (schmolzen auf geringen Druck noch zusammen). *c. c. c*. Nach Eintritt des Dotters in die Zellen, Zellenmembran gebildet. *dd* Zellen mit zwei Kernen; *e* aus der zweiten Entwickelungsperiode, vielkernige Zelle.

Fig. 62. Ei von Pulex canis aus dem Ende der zweiten Entwickelungsperiode. *d* freiliegender Dotter; *vk* Vorderkopf, *vd* Spalte des Vorderdarms, *schp* Scheitelplatten mit *at* den Antennen, *md* Mandibeln, *mx'* vordere, mx^2 hintere Maxillen, *kw* Kopfwulste, us^1 erstes, us^{12} letztes Ursegment, *u* das umgeklappte Ende der Keimwülste, *mdf* mediane Dotterfirste mit ihrer hintern Spitze *x* zwischen dorsale und ventrale Hälfte des letzten Segments hineinreichend.

Fig. 63. Ganzes Ei bei 80facher Vergröss., wie auch die folgenden Figuren. Ventralansicht; Zusammenziehung der Keimhaut (*kh*), welche aus einfacher Lage von Zellen besteht; *ib* inneres Keimhautblastem, an den Polen bereits gänzlich mit Dotter durchsetzt. *vf* vordere, *hf* hintere Querfalte der Keimhaut.

Fig. 64. Dasselbe Stadium, Profilansicht. *V* Bauch- *D* Rückenseite, an ersterer die Zellen der Keimhaut von eintretendem Dotter bereits verdunkelt, an letzterer noch hell, stellenweise noch ein schmaler Saum des innern Blastems sichtbar. *pz* Die Polzellen liegen an der schräg gegen den Rücken gewandten hintern Fläche (deshalb in Ventralansicht nicht sichtbar). *vf* vordere, *hf* hintere Querfalte.

Fig. 65. Späteres Stadium. Profilansicht; Keimhaut vollkommen undurchsichtig, deshalb diese, wie alle folgenden Figuren, bei denen nicht ausdrücklich das Gegentheil angegeben, bei auffallendem Licht gezeichnet. *vf* vordere Querfurche, die hintere verschwunden. Embryo füllt das Ei wieder vollständig aus. *fb* Faltenblatt, dessen scharfer Contour dem Bauchrand des Eies (*V*) parallel läuft, etwa in der Mitte aber noch unterbrochen ist, da Kopf- und Schwanzfalte sich noch nicht vollständig erreicht haben.

Fig. 66. Späteres Stadium, Profilansicht. Faltenblatt vollständig gebildet. *vf* vordere Querfurche, *cf* die gegen sie convergirende weiter nach vorn gelegene Querfurche, *xw* der Wulst zwischen beiden, *fb'* Rand des Faltenblattes von der Querwulst *xw* nach der Mittellinie ziehend, *fb* Rand des Faltenblattes am Bauch, *fb'* am Rücken, als hintere Grenze des Keimstreifens; *fr* der vom Faltenblatt noch nicht überzogene mediane Theil des Keimstreifens.

Fig. 67. Dasselbe Ei in Ventralansicht. *vf* vordere Querfurche, *cf* convergirende Furche, zwischen beiden der Querwulst *xw*; *fb* Rand des Faltenblattes.

Fig. 68. Späteres Stadium. Trennung des Keimstreifens in die Keimwulste (*kw*) durch eine äussere mediane Längsfurche (*mf*), welche an der Mundeinziehung *m* endet, oder vielmehr gablig auseinanderbiegt. *vk* Vorderkopf, welcher beginnt sich abzuschnüren.

Fig. 69. Späteres Stadium, Ventralansicht. Vorderkopf (*vk*) von den Kopfwulsten (*kw*) vollständig abgeschnürt, *m* Mundeinbuchtung, *schp* Scheitelplatten deren ventraler Rand nicht deutlich hervortritt, *md* Mandibularanhang,

mx[1] vordere, *mx*[2] hintere Maxillen; *hk* hinterer Rand des Kopfes (ob identisch mit der frühern vordern Querfurche?); *bk* Bauchtheil des Keimstreifens, *mf* mediane Längsfurche, *schw* Schwanzende durch dieselbe herzförmig eingeschnitten erscheinend.

Fig 70. Dasselbe Ei in der Rückenansicht. *vk* Vorderkopf, *schw* Scheitelplatten, *mx*[1] vordere, *mx*[2] hintere Maxillen, *rfb* dorsaler Rand des Keimstreifens (durch den Rand des jetzt nicht mehr erkennbaren Faltenblattes bezeichnet), *sp* Spalte zwischen den Rändern des Keimstreifens, nur von dünner Zellenlage bedeckt.

Fig. 71. Späteres Stadium, Ventralansicht. Zusammenziehung der Keimwülste hat begonnen. Kopfanhänge weiter nach vorn gerückt; Mandibeln überragen den Lippenrand der Kopfwülste, welcher durch sie hindurchschimmert (*lkw*), vordere Maxillen beginnen sich aufzurichten und hintere gegen die Mittellinie zu wachsen. Bauchtheil der Keimwülste in 11 Ursegmente getheilt (us^1-us^{11}), dorsaler und ventraler Theil des 11. Ursegmentes durch eine quere Furche (*af*) getrennt.

Fig. 72. Dasselbe Ei, Rückenansicht. *vk* Vorderkopf, *dr* dorsaler Rand der Scheitelplatten, continuirlich übergehend in den dorsalen Rand der Ursegmente (*rfb*), *hr* hinterer Rand der Scheitelplatten. *a* Afteröffnung in *af* der Afterfurche gelegen, gerade an der Vereinigungsstelle der beiden Hälften des Faltenblattes, man sieht, dass Ursegment 11 am Rücken zum grossen Theil noch nicht geschlossen ist.

Fig. 73. Späteres Stadium, Profilansicht. Scheitelplatten (*schp*) gegen den Rücken zurückgedrängt, zwischen ihnen und den hintern Maxillen die bedeutend vergrösserten und bereits in der Längsrichtung stehenden vordern Maxillen. Elftes Ursegment fast vollständig geschlossen, *a* After, *stf* die auf der Rückenfläche entstandene Stigmenfurche, zwischen beiden die noch von medianer Längsfurche in symmetrische Hälften getheilte wulstartige hintere Fläche des Segmentes.

Tafel XII.

Fig. 74. Aus etwas späterer Zeit. Vorderkopf gegen den Bauch umgebogen, Verhältnisse der Kopfanhänge sonst dieselben wie in Fig. 73., *rfb* hinterer Rand der Ursegmente.

Fig. 75. Dasselbe Stadium, Ventralansicht. Vorderkopf und die von den Mandibeln bedeckten Kopfwülste stossen mit gerader Querlinie aufeinander; der vordere Rand der in der Mittellinie dicht aneinander liegenden Mandibeln (*md*) schimmert durch den Vorderkopf hindurch, zweites Maxillenpaar in der Mittellinie zusammenstossend Die Trennung der embryonalen Zellenmasse in oberflächliche (*h*) und tiefe Schicht ist eingetreten und in der Zeichnung angedeutet, obgleich sie bei auffallendem Licht so wenig sichtbar ist, als der ebenfalls hier eingezeichnete Darm. *md* Mitteldarm, mit Dotter gefüllt, *hd* Hinterdarm, man bemerkt, dass die dorsale Portion des letzten Segmentes noch in seitliche Hälften getheilt ist, während an der ventralen nichts mehr davon zu erkennen ist.

Fig. 76. Dorsalansicht desselben Eies. Durch den Vorderkopf schimmert der vordere Rand der Mandibeln hindurch (*md*), an deren Seiten die vordern Maxillen. Scheitelplatten (*schp*) in der Mittellinie verwachsen, Kopf geschlossen. Spalte zwischen den dorsalen Rändern des Keimstreifens sehr verschmälert, nach hinten zu undeutlich begrenzt.

Fig. 77. Etwas späteres Stadium. Profilansicht. Vordere Maxillen weiter nach vorn gewachsen, ebenso die hintern. Scheitelplatten beginnen sich zu verkleinern.

Fig. 78. Späteres Stadium. Zweites Maxillenpaar zur Unterlippe (mx^2) verschmolzen, den bereits sehr tief stehenden Vorderkopf (*vk*) ganz verdeckend, vordere Maxillen bedeutend verbreitert und nach vorn gewachsen, der ganze Kopf in der Richtung von hinten nach vorn bedeutend verkürzt, erstes Ursegment dagegen verlängert. Am letzten Segment die mediane Furche nur noch an einer kleinen dreieckigen Grube vor dem After (*a*) erkennbar.

Fig. 79. Etwas jüngeres Stadium, Profilansicht. Maxillen (mx^1) überragen den Vorderkopf noch nicht so bedeutend. Der Darmtractus ist eingezeichnet, Mitteldarm (*md*) bedeutend verschmälert und schräg gelagert, Vorderdarm zeigt eine Krümmung, welche später wieder schwindet, Hinterdarm *hd* bedeutend verlängert, bildet bereits eine Schlinge. Die Segmente sind am Rücken geschlossen.

Fig. 80. Einige Stunden vor dem Ausschlüpfen, Profilansicht bei durchfallendem Licht gezeichnet, um Gestalt und Lage der Eingeweide zu zeigen. Trennung der oberflächlichen Zellenschicht in Muskeln (*m*) und hypoderme Zellenlage (*hd*), auf welcher bereits eine sehr dünne Chitinschicht. Kopfsegment (erstes Segment) sehr klein und zum grossen Theil in das folgende eingestülpt, *sk* Schlundkopf und *sm* Saugmagen nur angedeutet; Speiseröhre nur an ihrem Eintritt in den Vormagen (*prv*) sichtbar, sonst verdeckt durch den Schlundring, dessen unteres Ganglienpaar mit den übrigen Bauchganglien einen zapfenförmigen Strang bildet (*gstr*), dessen oberes Paar der Speiseröhre als zwei Halbkugeln aufsitzen (sg^1), das ganze Centralnervensystem hat die Form eines Pistolenschaftes. *chm* Chylusmagen, dessen helle Wände scharf von dem dunklen Dotterinhalt abstechen; Chylusmagen, wie Darm (*d*) sind sehr bedeutend in die Länge gewachsen und bilden mehrfache Verschlingungen. *md* Mastdarm, *tr* Tracheenstamm in der Stigmenfurche (*st*) nach aussen mündend, *gis* Speicheldrüse der rechten Seite bis ins 9. Segment nach hinten reichend, *ds* Ausführungsgang derselben.

Fig. 81—87 zur Metamorphose des Kopfes in der dritten Entwickelungsperiode.

Fig. 81. Zweites Maxillenpaar zu einer schildförmigen Platte verwachsen (mx^2), an welcher noch mediane Naht sichtbar, Vorderkopf (*vk*) die vordern Maxillen (mx^1) noch überragend. Die Figur entspricht einem Stadium, welches zwischen Fig. 77 u. 78 liegt.

Fig. 82. Mediane Naht der Unterlippe verschwunden, Breite derselben verringert, Vorderkopf (*vk*) in ganz gleicher Höhe mit dem Vorderrand der Unterlippe, nur an den Seiten ein wenig vorragend.

Fig. 83. Unterlippe verschmälert, die in 82 bereits angedeuteten seitlichen Vorsprünge schärfer markirt; Vorderkopf (auf dem eine zipflige Spitze) durch den mittleren Theil derselben durchschimmernd, vordere Maxillen (mx^1) weiter vorgewachsen.

Fig. 84. Unterlippe noch etwas kleiner, Vorderkopf ganz tief stehend, als gewölbte Brücke zwischen den grossen flügelförmig an den Seiten stehenden Maxillen (mx^1).

Fig. 85. Dasselbe Ei von der Seite. Unterlippe (mx^2) noch von ziemlicher Dicke, Vorderkopf (*vk*) ein langgestreckter Rücken, sein grösster Theil in die Tiefe eingestülpt und nicht sichtbar, *m* Mundspalte. Auf der äussern Fläche der Maxillen sind bereits die zwei Paare von Chitinfäden sichtbar, welche vom Winkel der Unterlippe nach aussen ziehen, wie noch deutlicher in

Fig. 86. zu erkennen ist, wo die Maxillen in der Mittellinie miteinander verschmolzen sind, eine nach vorn und hinten sich verbreiternde mediane Furche auf der Bauchfläche zwischen sich lassend. Unterlippe bedeutend kleiner, zungenförmiges Plättchen. Auf den Maxillen die kleinen Maxillentaster (*mxt*).

Fig. 87. Derselbe Embryo im Profil. Hinter den Maxillentastern die eingliedrigen Antennen, Unterlippe (mx^2) bedeutend schmäler als in Fig. 85. s^2 zweites Segment, in welches das erste zum grossen Theil eingestülpt ist.

Fig. 88—90. Hinterleibsende in der dritten Entwickelungsperiode.

Fig. 88. Dorsalansicht; in der Stigmenfurche haben sich die beiden Stigmenwülste erhoben (*stw*).

Fig. 89. Seitenansicht. s^{12} zwölftes Segment, *a* Afterfurche, *stw* Stigmenwülste, *stf* Stigmenfurche, *aw* wulstartig vorspringende hintere Fläche des Segmentes.

Fig. 90. Ventralansicht. *a* Afteröffnung, *hd* Hinterdarm, *af* Afterfurche.

Fig. 91 u. 92. Aus dem Ende der ersten und Anfang der zweiten Entwickelungsperiode, Seitenansichten, um die Lage der Kopfanhänge zu den Scheitelplatten zu zeigen.

Fig. 91. entspricht etwa den Fig. 69 u. 70. Vordere Maxillen am weitesten gegen den Rücken vorspringend, Mandibeln in starker Verkürzung sichtbar, alle drei Anhänge vom Rücken her durch den scharfen ventralen Rand (*vr*) der Scheitelplatten begrenzt, deren vorderer Rand (*ar*) den Rand der nach dem Rücken zu umbiegenden Kopfwülste bedeckt.

Fig. 92. Aus der zweiten Entwickelungsperiode, etwa zwischen Fig. 70 u. 71 in der Mitte stehend. Anhänge weiter nach vorn gerückt, Scheitelplatten haben einen hintern Rand erhalten (*hd*), Mandibeln durch den vorspringenden ventralen Rand verdickt. Ursegmente angelegt.

Tafel XIII.

Fig. 93. Junge Larve bei durchfallendem Licht gezeichnet. Vergröss. 80. Dorsalansicht. Im ersten Segment (Kopfsegment) jederseits zwei kuglige Ganglien für die Antennen und Maxillentaster (*gli* und *gls*) *sk* Schlundkopf, in seinem Innern das Kaugestell (*gs*) (durch den Druck des Deckgläschens etwas schräg gelagert), an welches sich nach vorn der mediane zahnartige Haken anschliesst (*md*), welcher wahrscheinlich den Mandibeln entspricht. *vh* die vordern nach aussen rechtwinklig umgebogenen Chitinhaken. *sm* Saugmagen. Die übrigen innern Organe sind weggelassen mit Ausnahme der Tracheen, deren Stämme (*tr*) auf dem 12. Segment in zwei nierenförmigen Stigmen endigen. Auf dem Vorderrand eines jeden Segmentes eine mehrfache Reihe dornartiger Stacheln.

Fig. 94—101 zum histologischen Theil.

Fig. 94. Vorderer Theil des Verdauungscanals aus dem Anfang der 3. Periode. Wände des Oesophagus (*oe*) aus kugligen Zellen in mehrfacher Lage, Lumen besonders an der Stelle deutlich, wo der Saugmagen (*sm*) ansitzt; *bl* Anlage der Blinddärme, kurze, conisch zugespitzte Zellenklumpen, *prv* Anschwellung der Wandung des Oesophagus, Anlage des Proventriculus. *chy* Chylusmagen, mit Dotter gefüllt.

Fig. 95. Dieselben Theile aus der Mitte der dritten Periode. *sm* Saugmagen mit weitem von deutlicher Intima begrenztem Lumen, *oe* Oesophagus beginnt sich in seinen verdickten Endtheil (*pro*) einzustülpen. Blindschläuche (*bl*) bedeutend in die Länge gewachsen.

Fig. 96. Oesophagus mit dem ausgebildeten Vormagen aus dem Ende der dritten Periode. Wandung des Oesophagus aus einer einzigen Zellenlage, die Intussusception jetzt vollständig, das eingestülpte Stück reicht bis auf den Boden des Stückes, in welches es eingestülpt ist; der Vormagen ist damit im Wesentlichen fertig, von kugliger Gestalt, zeigt vier Zellenlagen, deren zweitäussere sich durch eigenthümliche Helle auszeichnet; *int* die aufeinanderliegenden Flächen der Intima. Blindschläuche noch mehr in die Länge gewachsen.

Fig. 97 *A-E*. Zur Entwickelung der Tracheen.

Fig. 97 *A*. In Stämmchen die Intima wellig gebogen, in den Aesten *b* und *c* Lumen bis zum Verschwinden enger werdend, jedoch Ablagerung einer feinen Chitinschicht auf der Innenfläche der einzelnen Zellen.

Fig. 97 *B*. Ein weiterentwickeltes Stämmchen, Intima ein gerades cylindrisches Rohr, an welchem die Spiralwindungen noch nicht sichtbar; die Zellen der Wandung bereits verschmolzen. Die Nebenästchen zeigen die Ablagerung der Intima zwischen scheinbar regellos gelagerten Zellenmassen.

Fig. 97 *C*. Ziemlich ausgebildetes Tracheenästchen, in seinem peripherischen Theil ringsum besetzt mit spindelförmig verlängerten Zellen, den Bildungszellen der Tracheenenden.

Fig. 97 *D*. Man erkennt, wie einzelne der kugligen Zellen in der Wandung des Stämmchens Ausläufer treiben und spindelförmig werden. Intima des Stämmchens scheint sich einerseits direct in eine spindelförmige Zelle zu verlängern.

Fig. 97 *E*. Aus der jungen Larve. Spindel- und sternförmige Tracheenzellen mit lufthaltiger Intima (*tr*) im Innern, bei *s* rankenförmige Biegung derselben. Die Zellen waren frei zwischen den Organen in der Leibeshöhle ausgespannt.

Fig. 98. Hinterdarm mit den Malpighi'schen Gefässen aus dem Anfang der dritten Periode. *d* Darm, *a* gemeinschaftlicher Ausführungsgang je zweier Malpighi'schen Gefässe (*M*), *chg* Chylusmagen.

Fig. 99 *A-C* zur Bildung der Malpighi'schen Gefässe.

A. Dasselbe Stadium wie in Fig. 98, Vergr. 350. Solider Zellenstrang, viele Zellen mit doppelten Kernen.

B. Aus der Mitte der dritten Periode, Zellen in einfacher Lage, noch sehr dicht stehend, Lumen deutlich. Vergr. 150.

C. Aus dem Ende der dritten Periode, die Zellen auseinandergerückt, dunkle Secretkörner im Innern. Vergr. 200.

Fig. 100. Haut und Hautmuskeln aus dem Ende der dritten Periode. *ch* Chitinhaut, *hy* Hypodermis, *m* Muskeln.

Fig. 101. Aus dem Ende der Embryonalzeit. Schlundkopf (*sk*), dessen Intima durch partielle Verdickung und Färbung sich zum Kaugestell (*gs*) umwandelt. *mm* Muskeln, *md* unpaarer medianer Zahn (die übrigen Chitinstäbe des Kauapparats durch die Präparation aus ihrer Lage verschoben), *sm* Saugmagen, *oe* Oesophagus.

Das folliculäre Drüsengewebe der Schleimhaut der Mundhöhle und des Schlundes bei dem Menschen und den Säugethieren.

Von

Dr. F. Th. Schmidt in Kopenhagen.

Mit Tafel XIV. XV. XVI.

In dem jetzt verflossenen Jahrzehend, seitdem die Tonsillen und Zungenbalgdrüsen von *Kölliker*[1]) aus der obscuren Stellung hervorgezogen wurden, die ihnen von den Anatomen bisher angewiesen war, sind diese Organe von verschiedenen Seiten in einer Reihe von Arbeiten behandelt worden, bald für sich allein, bald in Verbindung mit den übrigen Gliedern der grossen Gruppe folliculärer Drüsen, unter denen sie von der Zeit an ihren Platz eingenommen und behauptet haben. Meine Absicht ist es nicht darzustellen, wie die Kenntniss vom Bau dieser Drüsen sich allmählich Schritt für Schritt entwickelte und die Arbeiten einzeln anzuführen, denen man dieselbe verdankt — es wäre dies nur eine überflüssige Wiederholung dessen, was schon mehrere Verfasser, namentlich *Henle*[2]), *Krause*[3]) und *Frey*[4]) mitgetheilt haben; ich erlaube mir jedoch einen kurzgefassten Ueberblick über die wichtigsten bisher erlangten Ergebnisse vorauszuschicken, zunächst nur, insofern sie unmittelbar gerade die Organe betreffen, die, wie der Titel besagt, einzig und allein den Gegenstand dieser Abhandlung ausmachen sollen; zugleich werde ich bemüht sein, die wesentlichern Punkte anzugeben, in denen noch abweichende Meinungen und unaufgeklärte Widersprüche vorkommen und bezüglich des Baues und der Thätigkeit der Organe die Seiten anzudeuten, von denen man noch eine befriedigende Kenntniss vermisst.

Nachdem der Einspruch, der von einzelnen Seiten gegen die Rich-

1) Würzburger Verhandl. 2. Band 1852.
2) Zeitschr. f. rat. Medicin 3. R. VIII. Bd. 3. H.
3) Anatom. Untersuchungen. Hannover 1861.
4) Untersuch. üb. d. Lymphdrüsen d. Menschen u. d. Säugethiere. Leipzig 1861.

tigkeit der Angaben *Kölliker*'s vorgebracht wurde, allmählich theils widerrufen, theils durch zahlreiche bestätigende Beobachtungen überstimmt und widerlegt worden, ist es, wenigstens für die grosse Mehrzahl der Anatomen schon lange durchaus keinem Zweifel mehr unterworfen gewesen, dass die genannten Organe wahre folliculäre Drüsen sind und dass sie in ihrem Bau gewisse scharf ausgeprägte und bezeichnende Züge mit allen den übrigen Organen gemein haben, die jetzt beinahe einstimmig als zur selben Gruppe gehörig anerkannt werden, indem nämlich ihre wesentlichsten Bestandtheile aus einem mit Blutgefässen durchflochtenen Gewebe eines eigenthümlichen, sehr feinen Netzwerkes gebildet werden, dessen Maschenräume eine verhältnissmässig geringe Menge einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit und unzählige Zellen enthalten, die sich in keiner Beziehung von gewöhnlichen Lymphkörperchen unterscheiden. — Nach *Kölliker*[1]) sind die Tonsillen und die Balgdrüsen der Zungenwurzel in ihrer normalen Form scharf begrenzte Organe, von einer bindegewebigen Kapsel umgeben, die in die tiefsten Lagen der Schleimhaut übergeht, während eine Fortsetzung der letzteren mit Papillen und Epithel ihre Oberfläche bis in den Boden der Höhlen hinein auskleidet: das Gewebe zwischen diesen zwei Lagen besteht aus einem mit Blutgefässen reichlich versehenen, fein faserigen Bindegewebe, einer Art »modificirter Schleimhaut«, und in diesem findet man eine gewisse Zahl der rundlichen Follikel gelagert, die ihrerseits wiederum durch eine ziemlich feste, mit der Membrana propria der Drüsen nahe verwandte Haut völlig geschlossen sind und nur ausnahmsweise mit einander zusammenfliessen. Bei gewissen Thieren sind die Follikel indessen weniger deutlich oder fehlen zuweilen gänzlich, und bei dem Menschen ist das letztere sogar sehr oft der Fall; dies hängt aber von den Krankheiten ab, denen die genannten Organe hier so häufig unterworfen sind. Mehrere Verfasser, *Maier*[2]), *Eckard*[3]), *Gauster*[4]), *Billroth*[5]) u. a. haben in den wesentlichsten Punkten sich ganz in Uebereinstimmung mit dieser Beschreibung ausgesprochen; mit grösserer oder geringerer Bestimmtheit treten jedoch, namentlich bei den beiden Letzterwähnten, einzelne Abweichungen hervor. Man hat die Papillen der Schleimhaut in den Höhlen und auf der Oberfläche der Drüsen minder entwickelt oder gar nicht angetroffen; die Umkapselung der letztern wird bezweifelt oder soll nicht immer statt finden; man stellt die völlige Abschliessung der Follikel in Abrede und hebt stärker hervor, dass sie nicht immer deutlich ausgeprägt sind. Hiedurch bahnt man gleichsam den Uebergang zu einer mehr wesentlich abweichenden Ansicht der Bauverhältnisse, die vorzugsweise von *Henle*[6])

1) Handb. d. Gewebelehre S. 374.
2) Anatomie d. Tonsillen. Freiburg 1853.
3) *Virchow*'s Archiv Bd. XVII. 1859.
4) Sitzungsbericht d. math. naturw. Classe d. Wiener Akad. 1857.
5) Beitr. z. pathol. Histologie. Berlin 1858.
6) l. c.

ausgesprochen und am weitesten durchgeführt ist. Dieser Verfasser betrachtet nämlich das folliculäre — oder, wie er es nennt, »conglobirte« — Drüsengewebe als eine einfache Infiltration des Bindegewebes mit Lymphe; eine eigentliche Begrenzung in der Tiefe findet nicht statt, obschon das Bindegewebe wohl unter gewissen Umständen hier zu einer Art Kapsel zusammengedrängt werden kann; die Follikel sind ganz unwesentlich, ja, sie erscheinen im Grunde nur als eine Art anatomische Zufälligkeit, die von besondern Structurverhältnissen des infiltrirten Gewebes abhängig ist, als Flecken eines mehr zerfliessenden Parenchyms, die zwar in der Regel mit einem »Rayon« eines entschieden netzförmigen Bindegewebes umgeben sind, sehr oft jedoch unter einander zusammenfliessen und denen es übrigens an allen Bedingungen ermangelt, um dem Namen Follikel entsprechen zu können. *Krause*[1]) schliesst sich in mehreren Beziehungen zunächst an *Henle* an, erkennt jedoch, dass neben der einfachen Infiltration auch schärfer begrenzte Follikel vorkommen, und in gewissen Fällen findet er die von *Kölliker* beschriebene Form deutlich ausgesprochen; zwischen den Follikeln und um dieselben breitet sich jedoch stets eine formlose Infiltration aus.

Die Blutgefässe in den Follikeln der Tonsillen und Zungenbälge, welche *Kölliker*[2]) kurz nach der Veröffentlichung seiner ersten Untersuchungen gesehen zu haben glaubte, sind später von mehreren Verfassern wahrgenommen worden, und es ist zweifelsohne eine ganz allgemeine Annahme, dass sie in ihrer Verzweigung hier denselben Gesetzen wie in allen übrigen Follikeln folgen; dieser Punkt ist aber noch nicht völlig ans Licht gebracht. *Henle*[3]) zufolge ist es fehlerhaft, wenn man im Allgemeinen den Follikeln ihr eigenes Netz von Haargefässen zuschreibt, indem die oft grösseren Gefässe, von welchen sie durchbohrt werden, denselben nur zufällig angehören sollen. — Das Verhältniss der Lymphgefässe ist fast gar nicht, oder doch nur höchst unvollkommen bekannt, obschon man im Allgemeinen darin ziemlich einig ist, das Vorhandensein derselben anzunehmen. Nur *Billroth*[4]) giebt mit Bestimmtheit an, Lymphgefässe im Innern hypertrophischer Tonsillen gesehen zu haben, und seinem Ermessen nach stehen sie in offener Verbindung mit den Maschenräumen der Follikel. *Krause*[5]) erklärt sich darin mit ihm einverstanden, gewisse spaltenförmige Räume im Bindegewebe zwischen den Follikeln als die optischen Durchschnitte zuführender oder ableitender Lymphgefässe anzusehen. Schon lange vorher, ehe man den folliculären Bau der Zungendrüsen kannte, hatte *E. H. Weber*[6]) Lymph-

1) l. c.
2) Würzburger Verhandl. Bd. IV. S. 60.
3) l. c. S. 210, 219.
4) l. c. S. 164.
5) l. c. S. 152.
6) *Meckel's* Archiv 1827. S. 280.

gefässe in diesen Organen gesehen und injicirt; andrerseits aber wird ihr Dasein daselbst von *Teichmann*[1]) ganz und gar geläugnet, der es auch bezweifelt, dass man sie in den Tonsillen finde.

Dieser letztere Verfasser spricht sich mit Bestimmtheit gegen die Richtigkeit des Satzes aus, der, ursprünglich von *Brücke*[2]) für die Peyer'schen Drüsen aufgestellt, allmählich für sämmtliche folliculäre Drüsen zur Geltung gebracht worden ist und beständig mehr und mehr Vertreter und festern Fuss gewonnen hat, dass nämlich alle diese Organe zum Lymphsystem gehören oder schlechthin Lymphdrüsen sind; er steht jedoch in dieser Beziehung, wenigstens was die hier zunächst besprochenen Organe betrifft, bis jetzt allein, und die erwähnte Ansicht muss jedenfalls als die heut zu Tage allgemein herrschende bezeichnet werden.

Was namentlich die folliculären Drüsen der Schleimhäute angeht, giebt man nun im Allgemeinen der Betrachtung Raum, die zuerst von *Donders*[3]) und *Kölliker*[4]) für die Peyer'schen Haufen geltend gemacht wurde, dass sie »peripherische, terminale oder unipolare« Lymphdrüsen sind, und nachdem *Virchow*[5]) in hohem Grade wahrscheinlich gemacht hatte, dass die eigentlichen Lymphdrüsen Lymphkörperchen zubereiten, welcher Meinung bald darauf von *Brücke*[6]), *Donders*[7]) und *Kölliker*[8]) beigetreten wurde, ward es allgemein, auch den übrigen folliculären Drüsen dieselbe Thätigkeit zuzuschreiben. *Henle*[9]) hebt indessen hervor, dass für die Richtigkeit dieser Annahme, die sich mehr auf die Einhelligkeit der Meinungen als auf Erfahrungen stützen soll, keinerlei Beweis geführt worden sei; »es geht hervor, sagt er, dass der Weg, der zum Abschluss geführt hat, eigentlich ein kreisförmiger gewesen ist; man wollte keine freie Zellenbildung in der Lymphe selbst erkennen und nahm daher seine Zuflucht zu den Lymphdrüsen, deren, wie man es voraussetzte, in steter Vermehrung sich befindliche Körner man in die Lymphe hinübergehen liess: da nun aber alle Lymphgefässe auch vor den Drüsen Körperchen enthalten, so suchte man nach peripherischen Organen, welche dieselben hätten zubereiten können, und als solche betrachtete man nun die Peyer'schen und ähnliche Drüsen, weil sie in gewissen Beziehungen den Lymphdrüsen ähnlich sind, und weil, wenn sie keine Lymphkörperchen zubereiteten, auch die körnerbereitende Function der eigentlichen Lymphdrüsen widerlegt sein würde. Der Umstand, dass die Lymphe, welche aus den eigentlichen Lymphdrüsen her-

1) Das Saugadersystem. Leipzig 1861. S. 73.
2) Denkschr. der math. naturw. Kl. d. Wiener Akad. 1850.
3) Physiol. 1. Bd.
4) Gewebelehre S. 431.
5) Archiv 1. Bd. 1847. S. 563.
6) Zeitschr. der k. k. Gesellsch. der Aerzte zu Wien 1853. S. 571.
7) l. c.
8) Würzburg. Verhandl. Bd. IV. S. 121.
9) l. c. S. 204—5.

austritt, an Körperchen reicher ist, spricht nicht entschieden für die Bildung derselben in dem Drüsenparenchym«. Uebrigens erkennt *Henle*[1]) es für richtig, alle diese conglobirten Drüsen mit den Lymphdrüsen zusammenzustellen. *Böttcher*[2]) ist in Betreff der Zungenbalgdrüsen zu dem Resultate gelangt, dass sie auf normalen Zungen durchaus nicht vorgefunden werden, vielmehr nur pathologische Neubildungen sind, die nach seiner Meinung jedoch in einem gewissen Verhältnisse zu den Lymphgefässen stehen oder von ihnen abhängig sind.

Unter den verschiedenen Fragen, die in der neuern Zeit, in der das Lymphgefässsystem im Ganzen in so hohem Grade die Aufmerksamkeit der Anatomen gefesselt hat, erforscht und theilweise beleuchtet worden sind, giebt es gewiss noch einige, die mehr oder weniger innerhalb der Grenzen dieser Abhandlung fallen; es würde mich aber zu weit führen, wollte ich mich auf eine genauere Entwickelung aller dieser Fragen einlassen, und werde ich später Anlass finden, diejenigen zu berühren, die uns hier mehr unmittelbar angehen: ich glaubte vor Allem mich streng an den engern Kreis halten zu müssen, der den eigentlichen Gegenstand meiner Untersuchungen ausmachte und so wenig als möglich auf angrenzende Gebiete eingehen zu dürfen. Die mitgetheilte Uebersicht wird zur Genüge den Ausgangspunkt meiner Arbeit und das Ziel bezeichnen, das ich allmählich, so wie die Untersuchung vorwärts schritt, vor Augen haben musste. Es unterlag schon keinem Zweifel mehr, dass das folliculäre Drüsengewebe unter verschiedenen Formen erscheinen kann, und meine Aufgabe war es demnach, die in dieser Beziehung geltenden Gesetze ausfindig zu machen und das gegenseitige Verhältniss zwischen diesen Formen und ihrer vielleicht verschiedenen Bedeutung anzugeben; ich musste mein Augenmerk auf die Verzweigung der Blutgefässe richten, um Aufschluss darüber zu geben, ob sie im Drüsengewebe besonders ausgeprägte Züge darbietet, und vor Allem musste es mir daran gelegen sein, die Lymphgefässe aufzusuchen und ihre Verbindung mit dem Drüsengewebe, insofern sich eine solche der allgemeinen Annahme gemäss wirklich ergeben sollte, bestimmt anzuzeigen. Nach Erledigung dieser Arbeit hatte ich noch zu untersuchen, in wie weit die im Drüsengewebe enthaltenen Körner dazu bestimmt sind, in die Lymphgefässe überzugehen und von ihnen weggeführt zu werden, und schliesslich der Art und Weise nachzuspüren, wie sie in diesem Falle in den Drüsen selbst erzeugt werden und sich beständig vermehren. — Sollte es mir gelungen sein in einzelnen Richtungen Thatsachen an den Tag zu bringen, welche dazu beitragen können, die noch herrschende Ungewissheit und die noch bestehenden Zweifel zu heben, so ist meine Arbeit nicht überflüssig gewesen, habe ich gleich einige Fragen offen lassen müssen oder nicht befriedigend beantworten können.

1) l. c. S. 225.

2) *Virchow*'s Archiv 18. Bd. S. 190.

Ich verdanke der Aufforderung des Herrn Professor *Kölliker* nicht allein den ersten Antrieb, unter seinen Augen ist auch der grösste Theil der Untersuchungen ausgeführt worden. Später ward ich durch die Gefälligkeit des Herrn Professor *His* in den Stand gesetzt, mich durch seine reichhaltige Sammlung von Präparaten mit dem Bau der eigentlichen Lymphdrüsen genau bekannt zu machen und wurde mir zugleich Gelegenheit gegeben mit der begonnenen Arbeit fortzufahren. Neben den Tonsillen und Zungenbalgdrüsen habe ich die im Allgemeinen gewiss zu wenig beachteten folliculären Drüsen im Schlundkopfgewölbe, die von *Kölliker*[1]) gefunden und als »die Pharynxtonsille« bezeichnet sind, in die Untersuchung mit hineingezogen, und nach und nach habe ich die Aufmerksamkeit auf die Schleimhaut der Mundhöhle und des Schlundes im Ganzen richten müssen. Wie vom Menschen so habe ich auch von einer Anzahl der gewöhlichsten Säugethiere den Stoff entnommen, der mir hinlänglich scheint, um mit Recht annehmen zu können, die wichtigsten verschiedenen Formen gesehen zu haben, in denen das Follikelgewebe sich zeigen kann; wenige Ausnahmen abgerechnet habe ich mehrere Thiere von jeder einzelnen Gattung untersucht, um mich dessen zu vergewissern, dass in dem einzelnen Falle nicht möglicherweise Verhältnisse stattfänden, welche nicht die normalen waren, und zugleich habe ich gewöhnlich die Organe des noch ganz jungen Thieres mit den Organen des ausgewachsenen verglichen. Für eine jede anatomische Untersuchung ist die Berücksichtigung der Entwickelungsgeschichte der Organe von ausserordentlicher Bedeutung, und in vielen Fällen gelangt man auf diesem Wege zu einer klareren Auffassung von Verhältnissen, die in dem ausgewachsenen Körper dunkel und zweifelhaft scheinen können; ich glaubte daher die Untersuchung, in soweit Gelegenheit dazu war, auch auf das Embryonalleben erstrecken zu müssen. — Bezüglich des angewandten Verfahrens bemerke ich nur, dass ich die Untersuchung frischer Präparate nicht unterlassen habe; dieselbe ist stets von grosser Bedeutung, um die nach der Erhärtung stattfindenden Verhältnisse beurtheilen zu können, wenn sie gleich an und für sich nur in ganz einzelnen Richtungen zum Ziele führen mag. Zur Erhärtung habe ich nach und nach mehrere der schon hinlänglich bekannten Mittel angewandt; nur selten aber war es vonnöthen, mich anderer zu bedienen, als des verdünnten Weingeistes oder einer verdünnten Lösung von chromsaurem Kali oder Chromsäure; die letztere, die ich am meisten benutzt habe, scheint mir im Allgemeinen, wenn die zur Einspritzung der Gefässe gebrauchte Masse es gestattet, unbedingt die beste zu sein, und mehrere Verhältnisse treten bei der Anwendung derselben sehr deutlich hervor, während sie nur wenig in die Augen fallen oder sogar gänzlich unkenntlich sind, wenn die Erhärtung durch andere Mittel bewerkstelligt

1) Würzburger Verhandl. Bd. II, Gewebelehre S. 407.

ist. Es ist unnöthig hinzuzufügen, dass ich mich stets des vorzüglichen und durchaus unentbehrlichen Auspinselns der fürs Mikroskop bestimmten Schnitte bediente.

Ich werde nun in den folgenden Blättern zuerst eine Beschreibung der Organe geben, sowie ich sie bei jeder einzelnen Thierart gefunden habe; die meisten derselben sind bereits von andern Verfassern untersucht und beschrieben, und vieles wird daher nur eine Wiederholung dessen sein, was anderswo mitgetheilt ist; da ich aber öfters eines und das andere zu dem schon Bekannten zuzufügen hatte, oder zu andern Resultaten als die frühern Forscher gelangt bin, glaubte ich gleichwohl des Zusammenhangs und der leichtern Uebersicht wegen diesem Wege folgen zu müssen; ich werde jedoch, um beständige Wiederholungen zu vermeiden, in der Regel solche Einzelnheiten des Baues nur kurz berühren, die dem folliculären Gewebe allenthalben, wo es auftritt, eigenthümlich sind. In zweiter Linie werde ich einige wenige Beobachtungen über das Verhältniss des Drüsengewebes bei Embryonen mittheilen und einzelne Aufschlüsse über seine erste Entwickelungsweise geben und sodann nach einer Zusammenstellung der Resultate sämmtlicher Untersuchungen die allgemeinen Gesetze für seinen Bau im Ganzen abzuleiten bemüht sein. Zum Schlusse werde ich die Thätigkeit der Drüsen abhandeln.

Die Tonsillen des Hasen (Taf. XIV, Fig. 1 u. 2) haben eine ungetheilte, ziemlich tiefe, von vorn nach hinten zusammengedrückte Höhle (*a*), die sich von der engen spaltenförmigen Mündung nach aussen und nach vorn erstreckt, so dass die vordere, etwas hervorragende Lippe (*L*) der Spalte sich wie eine Art Klappe über dieselbe hinlegt. Das Plattenepithelium und die Schleimhautpapillen kleiden die ganze Höhle aus, die letzteren sind aber, wenigstens grösstentheils, mit Lymphkörperchen durchsetzt und gehen in der Tiefe in die 1—2 Mm. dicke Lage folliculärer Drüsensubstanz (*d*) über, die die vordere und hintere Wand der Höhle einnimmt. Die Drüsenmasse ist unter dem Boden der Höhle dünn und fehlt gänzlich an den beiden Rändern derselben, so dass die Wand hier nur von der unveränderten Schleimhaut gebildet wird. Das ganze Organ ist in der Tiefe von dem submucösen Bindegewebe (*h*), worin es eingebettet ist, scharf abgegrenzt und von einer deutlichen bindegewebigen Kapsel (*c*) umgeben, die sich an den Rändern der Drüsenmasse in die tiefe Lage der Schleimhaut verliert. Versucht man die festere Lage, die eigentliche Schleimhaut, von dem lockern submucösen Bindegewebe abzureissen, so folgt die Kapsel und die ganze Drüsenmasse mit, wogegen es nicht möglich ist, selbst die dünnste Lage von der Oberfläche der letzteren zu lösen, ohne zugleich ihre Maschenräume zu öffnen, indem die oberflächlichen Lymphkörperchen beinahe unmittelbar unter den tiefsten Epithelzellen liegen. — Das Aussehen des Drüsengewebes ist im Ganzen

ziemlich einförmig; nur bemerkt man zwischen den grösseren Gefässbündeln, die dasselbe senkrecht durchbohren, undeutlich begrenzte, mehr gefässarme Stellen und da und dort einzelne, kleine, schärfer begrenzte, runde Follikel (e), die, besonders wenn die Blutgefässe gefüllt sind, durch ihre hellere Farbe leicht in die Augen fallen. Von der Kapsel bis zum Epithel bietet die Masse den für das folliculäre Gewebe eigenthümlichen Bau dar: das feine Fasernetz geht unmittelbar von der Kapsel und von den Adventitien der Gefässe aus, die nur längs der grössern arteriellen Stämme aus deutlich faserigem Bindegewebe bestehen, und überall sind die Maschenräume mit Lymphkörperchen gefüllt. In den helleren Flecken dagegen sind die Netzbalken zarter und die Maschen weiter, so dass diese beim Auspinseln ihre Lymphkörperchen leichter entschlüpfen lassen als das dichtere Gewebe zwischen ihnen; in noch weit höherem Grade gilt dies von den einzelnen begrenzten Follikeln, deren äusserst feines Netz durch Auspinseln leicht ganz verloren geht. Diese Follikel sind also nur modificirte Abtheilungen, die im Wesentlichen von dem übrigen Drüsengewebe nicht verschieden sind; sie sind von einem dichtern, gleichsam zusammengedrängten Netze umgeben, das jedoch nur um die wenigsten eine einigermaassen deutliche Begrenzung bildet. — Zahlreiche traubenförmige Drüsen (f) liegen rings um und unter der Tonsille in dem submucösen Bindegewebe oder zwischen den zusammengeflochtenen Muskelbündeln, welche das Organ umgeben, eingebettet; ihre Ausführungsgänge (g) münden theils auf die Oberfläche, theils in die Tonsillenhöhle aus, nachdem sie das folliculäre Drüsengewebe von den grösseren Gefässbündeln begleitet, durchbohrt haben.

Die Oberfläche der Zungenwurzel des Hasen ist vollkommen eben und glatt. An beiden Seiten der Mittellinie befindet sich eine ausserordentlich dicke Lage dichtgedrängter, traubenförmiger Drüsen, die erst gegen die Papillae circumvallatae von senkrecht gegen die Oberfläche steigenden Muskelbündeln durchbrochen werden. Ihre weiten, buchtigen Ausführungsgänge münden mit etwas eingeengten Oeffnungen, oft in Bündeln dicht nebeneinander aus. Balgdrüsen findet man nicht, auch fand ich nirgends eine Spur einer Lymphinfiltration der Schleimhaut. Dicht unter dieser breitet sich ein Netz verhältnissmässig sehr weiter, wagerecht verlaufender Venen aus, welches beinahe den ganzen Raum zwischen den zahlreichen Drüsengängen ausfüllt. Ein ähnliches cavernöses Venennetz nimmt die Decke des Schlundes vor und zwischen den Mündungen der Eustachischen Röhren ein, und wird von den kurzen, geraden Ausführungsgängen kleiner traubenförmiger Drüsen durchbohrt; ich fand jedoch eben so wenig hier wie in der Zunge irgend eine Spur von Follikelgewebe.

An den Tonsillen des Kaninchens ist der vordere Lappen beträchtlich grösser als der hintere, so dass er auf der Oberfläche einen merklich hervorragenden Wall bildet; übrigens stimmen sie sowohl in

der äussern Form als auch in den Einzelnheiten des Baues mit den Tonsillen des Hasen genau überein. Die Blutgefässe durchflechten die ganze Drüsenmasse mit einem ziemlich gleichartigen Netze kleinerer Zweige, die von einer Anzahl grösserer Stämme ausgehen, welche in bestimmtem Abstande von einander gegen die Oberfläche emporsteigen. Deutliche Follikel habe ich in der Regel nicht gefunden; man sah jedoch zuweilen im vordern Lappen einen einzelnen Follikel einigermaassen wohl begrenzt und nur mit einem spärlichen Haargefässnetze versehen. — Die besonders im vordern Lappen sehr zahlreichen und grossen traubenförmigen Drüsen scheinen grösstentheils auf die Oberfläche und nicht in die Höhle zu münden.

In der Zunge des Kaninchens findet man die beim Hasen beschriebenen Verhältnisse wieder. Im Schlundgewölbe sah ich ein Mal eine geringe Anzahl zerstreuter, einzelnstehender runder Follikel, die, ½—1 Mm. im Durchschnitt, auf der Oberfläche leicht emporgewölbt, scharf begrenzt und durch ihre helle Farbe im Gegensatze zu der noch nach der Einspritzung der Blutgefässe stark gefärbten Schleimhaut sehr kenntlich waren. Sie waren jeder für sich von einem dichtern Gefässnetze umsponnen, im Innern hingegen nur spärlich mit Haargefässen versehen. Bei ein paar andern Thieren war ich indessen nicht im Stande, diese Follikel wiederzufinden, ebensowenig als ich eine formlose Infiltration der Schleimhaut mit Lymphkörperchen wahrnehmen konnte. — Unter der Schleimhaut des Schlundgewölbes befindet sich eine Lage kleiner traubenförmiger Drüsen, deren kurze Ausführungsgänge mit sehr engen Oeffnungen auf der ebenen Oberfläche ausmünden.

Beim Meerschweinchen findet man am Platze der Tonsillen ein paar senkrechte, durch schmale Vertiefungen getrennte Falten der Schleimhaut, oder zuweilen eine einzelne weite und flache Grube mit ziemlich entwickelten Schleimhautpapillen und einem etwas verdickten Epithel. In den Gruben münden zahlreiche weite Ausführungsgänge sehr grosser, dichtstehender Traubendrüsen aus; ich habe jedoch bei keinem der Thiere, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, und von denen einige wenigstens schon lange ausgewachsen waren, Follikelgewebe in ihren Wänden angetroffen. — Auf der erhabenen dreieckigen Platte des hintern Theiles des Zungenrückens befinden sich an jeder Seite der Mittellinie, in einer Querreihe geordnet, die spaltenförmigen Mündungen von 3—4 engen, tiefen Gruben, die mit dem dicken Plattenepithel, und wenigstens etwas innerhalb der Mündung mit starken Schleimhautpapillen ganz ausgekleidet sind. Quer über die Zungenwurzel erstreckt sich eine ununterbrochene Lage grosser traubenförmiger Drüsen, deren Ausführungsgänge theils unmittelbar auf die Oberfläche, theils in die erwähnten Gruben ausmünden; aber auch hier befindet sich kein folliculäres Drüsengewebe. Auch im Schlundgewölbe fand ich nur traubenförmige Drüsen.

Bei der Ratte und der Maus ist die Schleimhaut in der Rachenenge und auf der Zungenwurzel überall eben und glatt, und weder Tonsillen noch Balgdrüsen erkennbar. Man trifft zahlreiche und grosse traubenförmige Drüsen an, deren ausserordentlich weite Ausführungsgänge mit verengten Oeffnungen zerstreut über die ganze Oberfläche ausmünden; Follikel vermochte ich jedoch nie bei diesen Thieren wahrzunehmen.

Schon *Rapp*[1]) und nach ihm *Maier*[2]) haben angegeben, dass die Nager unter allen Säugethieren die am wenigsten entwickelten Tonsillen haben, was, wie man sieht, im Ganzen mit den obigen Mittheilungen übereinstimmt. Wenn indessen *Maier* sich dahin ausspricht, dass dasjenige, was wir als Tonsillen zu bezeichnen pflegen — es ist dies wohl als ein begrenztes Organ mit einer deutlichen Höhle zu verstehen — bei diesen Thieren sich eigentlich gar nicht finde, so muss ich das bezüglich des Hasen und des Kaninchens bestreiten und füge ich noch hinzu, dass ich bei einer, wiewohl unvollkommenen, Untersuchung eines Eichhörnchens die Tonsillen dieses Thieres im Wesentlichen gerade wie bei jenen gebaut fand. Andrerseits behauptet derselbe Verfasser nie, auch nicht beim Meerschweinchen, der Ratte und Maus, an der Stelle der Tonsillen eine Anzahl Follikel, die über einen grössern oder kleinern Raum der Schleimhaut vertheilt waren, vermisst zu haben — eine Aussage, deren Richtigkeit ich natürlich nicht in Abrede stellen kann, obschon ich selbst zum entgegengesetzten Resultate gelangt bin. Ich bezweifle nicht, dass die Entwickelung der eigentlichen Follikel mannichfaltigen Verschiedenheiten, die vom Alter, vom Ernährungszustande der Individuen und vielleicht von noch andern mehr oder minder vorübergehenden Umständen abhängen, einen ziemlich weiten Spielraum darbietet, und die einfachste Form des Drüsengewebes, welche, wie wir es später sehen werden, immer der Bildung von Follikeln vorangeht, nämlich eine formlose Infiltration längs der Wände der Blutgefässe, kann vielleicht, wenn sie nur in einem sehr geringen Grade existirt, auch einer sorgfältigen Forschung entgehen.

Bei dem Schweine sind die Tonsillen (Taf. XIV, Fig. 3) bekanntlich überaus gross und nehmen nicht bloss den gewöhnlichen Platz, sondern zugleich die zwei vordern Drittel des Gaumensegels ein. Die Oberfläche jeder einzelnen Tonsille erscheint als eine etwas erhabene Platte, deren vorderer breiter Theil in der Mitte des Gaumensegels nur durch einen schmalen Streifen von dem ihm entgegengesetzten geschieden ist, während sich das hintere, zugespitzte Ende gegen den Rand der Zungenwurzel dicht neben dem breiten Kehldeckel hinabzieht, wo es ein länglich rundes Läppchen bildet, das zuweilen von der übrigen Masse abgeschnürt ist. Die ganze Oberfläche ist mit Oeffnungen für die zahlreichen

1) *Müller*'s Archiv 1839, 189.

2) l. c. S. 15.

tiefen, im Boden erweiterten und unregelmässig ausgebuchteten, senkrechten Höhlen (*a*) besäet, deren Querschnitte meistentheils winklige oder strahlige Zeichnungen bilden; während sie bei senkrechten Schnitten häufig das Aussehen bekommen, als wären sie verästelt. Nur in dem hintern Läppchen stossen mehrere Höhlen in einer gemeinschaftlichen Mündung zusammen, die sich wiederum in eine leicht vertiefte Furche oder Spalte ergiesst, so dass dieser Theil des Organes einige Aehnlichkeit mit den Tonsillen der Wiederkäuer erhält. Zu jeder Höhle gehört eine ½—1 Mm. dicke Wand von folliculärem Drüsengewebe, und das ganze ausgedehnte Organ, dessen grösste Dicke ungefähr 6—8 Mm. misst, besteht demnach aus einer grossen Anzahl Läppchen; diese werden durch eine starke Bindegewebskapsel zusammengehalten, welche die ganze tiefe Fläche bekleidet und nur schmale Balken (*c'*) zwischen die einzelnen Läppchen hineinschickt; das Ganze ist von dem fettreichen submucösen Bindegewebe, durch das es vom Gaumensegel und den Muskeln der Gaumenbögen getrennt wird, scharf abgegrenzt und lässt sich mit grosser Leichtigkeit aus demselben schälen. Auf der freien Oberfläche befinden sich grosse und dichtstehende Schleimhautpapillen; sie verschwinden aber dicht innerhalb der Mündungen der Höhlen, die nur von einem etwas verdünnten Plattenepithel ausgekleidet werden. — Die in der Wand jeder einzelnen Höhle in grosser Menge liegenden Follikel (*e*) sind an jedem Schnitte durch die Tonsille schon für das unbewaffnete Auge an ihrer lichteren, weissgelben Farbe sehr kennbar, und man nimmt ausserdem eine gewisse Anzahl wahr, deren Wand nicht vom Messer durchdrungen wurde, und die demnach über die übrige Schnittfläche als halbkugelige Erhabenheiten emporragen, die beim Anstechen ihren Inhalt an Flüssigkeit und Lymphkörperchen ausleeren. Die durchschnittnen Follikel erscheinen hingegen, namentlich nach einem leichten Ausspülen, als schalenförmige Vertiefungen auf der Schnittfläche. In der Regel liegen sie nur in einer einzelnen Schicht, bald dicht bei einander, bald durch breitere Balken des interfolliculären Gewebes (*d*) getrennt, wovon sich ausserdem stets eine gewisse Menge sowohl zwischen den Follikeln und dem Epithel der Höhlen als auch auf der andern Seite zwischen den ersteren und der Tonsillenkapsel oder den Verlängerungen derselben zwischen die Läppchen befindet. In der Wand der kleinern Höhlen am Rande des Organes befinden sich oft nur ganz einzelne, weitzerstreute Follikel, so dass die interfolliculäre Substanz sich hier als die bei weitem vorwiegende ergiebt. Nur äusserst selten fliessen zwei Follikel unter einander zusammen. Ihre Form weicht nur da, wo sie einander gegenseitig drücken, unbedeutend von der runden ab; die Grösse variirt von kaum ¼ bis ½ Mm. oder zuweilen etwas mehr im Durchschnitt. Die bei weitem grössere Zahl derselben ist vollkommen scharf begrenzt und von der Zwischensubstanz abgeschlossen; man findet jedoch in der Regel einzelne meistentheils kleine Follikel, die weniger deutlich ausgeprägt und nur un-

vollkommen geschlossen sind: bei einem Thiere fand ich die Follikel im Ganzen kleiner und zum Theil auch weniger scharf begrenzt als bei den übrigen erwachsenen Individuen, die ich untersucht habe. — Während die Follikel mit einem gemeiniglich äusserst spärlichen Netze von Haargefässen versehen sind, ist die Zwischensubstanz im Gegentheil sehr reich, sowohl an grössern als auch kleinern Blutgefässen, zwischen welchen sich überdies, wie später näher dargethan werden soll, ein eigenthümliches Netz von Lymphgefässen durchzieht. In allen übrigen Beziehungen aber findet kein wesentlicher Gegensatz zwischen den Follikeln und der Zwischensubstanz statt: abgesehen von den erwähnten wirklichen Lymphgefässen sind auch der zuletzt genannten so gut wie überall dicht angehäufte Lymphkörperchen eingesprengt, und nachdem sie durch Auspinseln von denselben befreit worden ist, erweist sie sich als aus dem gewöhnlichen feinen Fasernetze bestehend, welches nur durch die Form der Maschen und Stärke der Balken von demjenigen verschieden ist, das die Follikel durchzieht. Um jeglichen Follikel drängen sich indessen die Maschen des Netzes mehr und mehr zusammen, und wenn derselbe völlig begrenzt ist, wird er zuletzt unmittelbar von einer dichten und feinfaserigen Kapsel umgeben (Taf. XV, Fig. 11), die nur noch sehr wenige oder auch gar keine Lymphkörperchen enthält; nach innen zu gegen den Follikel löst sich diese Schicht plötzlich in das meistentheils spärliche und zarte, folliculäre Fasernetz auf, während es nach aussen zu in das stärkere interfolliculäre allmählich übergeht. Liegen die Follikel an einer einzelnen Stelle ausserordentlich dicht und an einander gedrückt, so verschmelzen ihre begrenzenden Lagen unter einander und die schmalen interfolliculären Balken bestehen unter solchen Umständen hier und da nur aus einem feinfaserigen Bindegewebe (Taf. XV, Fig. 12 *A'*). Dies ist aber in der Regel nicht der Fall, und es erweist sich demnach, dass die ganze Wand rings um die Tonsillenhöhlen aus folliculärem Drüsengewebe besteht, wovon die eigentlichen Follikel nur modificirte Abtheilungen sind. — Die Lymphkörperchen grenzen dicht an das Epithel der Höhlen, von seinen tiefsten Zellen einzig und allein durch die sehr dünne homogene »basement membrane« getrennt, welche die letztern trägt und in welcher die Netzbalken zusammenfliessen, wie sie in der Tiefe von der Tonsillenkapsel und ihren Verlängerungen zwischen die Läppchen ausgehen. Unter dem Epithelium und den Papillen auf der freien Oberfläche der Tonsille befindet sich hingegen eine ungefähr $1/_{10}$ Mm. dicke Lage freies, dichtfaseriges Bindegewebe, eine wirklich unveränderte Schleimhaut, die sich an den Rändern des Organs mit der Kapsel vereint. Es ist also zunächst die Schleimhaut der Höhlen, welche in Drüsengewebe umgebildet ist. In und unmittelbar unter den Papillen auf der Oberfläche sieht man ein dichtes und feines Blutgefässnetz, dessen Stämme von den Scheidewänden zwischen den Läppchen emporsteigen; im übrigen ist aber die ganze oberflächliche

Bindegewebsschicht durchaus gefässlos und zeigt sich demnach, namentlich an injicirten Präparaten als ein scharf gezeichneter farbloser Streifen zwischen den Papillen und dem Drüsengewebe. Häufig findet man Lymphkörperchen in grösserer oder geringerer Zahl dicht rings um die Wände der kleineren Venenstämme gelagert, die einzeln diese übrigens freie Schicht durchbohren, ein Verhältniss, das auch längs der tiefen Fläche der Tonsille in den Lagen der Kapsel wahrgenommen wird, die zunächst an das dichte folliculäre Gewebe grenzen. — In das lockere Bindegewebe um die Kapsel herum sind kleine traubenförmige Drüsen eingebettet, die zweifelsohne ihre Flüssigkeit in die Höhlen ergiessen, und in dem Theile des Gaumensegels, der nicht von den Tonsillen eingenommen wird, befindet sich zwischen der Schleimhaut und den Muskeln, besonders unter der vordern Fläche, eine überaus dicke Lage solcher Drüsen, deren Ausführungsgänge dicht neben einander auf die Oberfläche münden. Von diesen Drüsen rührt der zähe Schleim her, der in reichlicher Menge die Höhlen füllt und die Wände der ganzen Rachenenge überzieht. — Auf der Oberfläche des freien Theiles des Gaumensegels sieht man eine Menge kleiner warzenförmiger Erhabenheiten, die aus einem gefässhaltigen, dichten Bindegewebe bestehen und mit Papillen und Epithel bekleidet sind; in einzelnen derselben nahm ich kleine Gruppen Follikel oder eine formlose Infiltration mit Lymphkörperchen wahr.

Die Zungenwurzel des Schweines hat gerade vor dem Kehldeckel eine ebene Oberfläche; bald aber zeigen sich grosse, frei hervorragende Papillen, die nach vorn immer zahlreicher werden, bis sie dicht hinter den zwei umfangreichen Papillae circumvallatae beinahe gegenseitig zusammenfliessen, in schräglaufenden Reihen geordnet. Die hintern, mehr einzelnstehenden, sind zugespitzt, kegelförmig oder in der Mitte spindelförmig verbreitert, aufrecht stehend, oder sich nur wenig nach hinten neigend; an Höhe messen sie 3—4 Mm., an Dicke 1—1½ Mm. Gegen die Pap. circumvallatae hin werden sie allmählich niedriger, mehr zusammengedrückt und legen sich mehr und mehr mit der Spitze nach hinten. Sie sind sämmtlich an der Spitze mit einem hornigen Stachel versehen. Vor den Pap. circumvallatae verbergen sie sich zuletzt gänzlich in das dicke Epithel, und nur die dichtstehenden kleinen Stacheln ragen noch über die Oberfläche hervor; zwischen diesen zerstreut kommen hier zugleich in ziemlicher Zahl kleine keulenförmige Papillen zum Vorschein. — Eigentliche Balgdrüsen (Taf. XIV, Fig. 6) nimmt man nur sehr wenige wahr; ich habe nie mehr als sechs solcher gezählt, die zwischen den Papillen auf der Zungenwurzel weit aus einander gerückt oder zuweilen paarweise dicht beisammen standen und beinahe unter einander verschmolzen. Manchmal geht eine der grossen Papillen von einer Drüse selbst aus. Sie bilden halbkugelige Erhabenheiten, die durchschnittlich 2—3 Mm. messen und in der Mitte eine Oeffnung wie einen Nadelstich besitzen. Rings um die enge, mit Plattenepithelium ausgekleidete

Höhle liegt in der dicken Wand eine einfache oder zuweilen doppelte Lage von grossen oder kleinen, mehr oder minder scharf begrenzten Follikeln, die ab und zu in einander zusammenfliessen und übrigens in jeder Beziehung denjenigen entsprechen, die wir in den Tonsillen gesehen haben. Die interfolliculäre Substanz besteht hier wie dort aus Drüsengewebe (adenoidem Gewebe) mit einer, wenn auch nur dünnen Kapsel umgeben. Auf der freien Oberfläche der Balgdrüsen befinden sich zuweilen gut entwickelte Schleimhautpapillen, in ein dickes Epithel vergraben; in andern Fällen aber sind sie über die ganze Drüse oder einen Theil derselben gänzlich verschwunden, ja man sieht sogar hier und da das Epithelium über dem folliculären Gewebe in sehr merklichem Grade verdünnt. In den Höhlen habe ich keine Papillen wahrnehmen können. — Mit diesen Balgdrüsen ist indessen der Reichthum der Zunge an Follikelgewebe auf keine Weise erschöpft; es ergiebt sich im Gegentheil bei einer genaueren Untersuchung, dass fast die ganze Schleimhaut oder wenigstens ein sehr grosser Theil derselben mehr oder minder in ein solches umgewandelt ist, während sein Hauptsitz jedoch die Gegend hinter den Pap. circumvallatae bleibt. Untersuchte man die obenerwähnten grossen Papillen, so findet man nur äusserst wenige, die von der Lymphinfiltration in ihren verschiedenen Formen frei sind, und der leichteren Uebersicht wegen werde ich die Beschreibung einer solchen freien Papille vorausschicken. Sie besteht aus einem festen und dichten Bindegewebe, das sich auf der ganzen Oberfläche in schöne, dichtstehende, mikroskopische Schleimhautpapillen erhebt, die in dem dicken Plattenepithel verborgen sind; in der Mitte der Papille ist das Bindegewebe noch deutlich faserig und hüllt die daselbst liegenden Nervenäste ein, so wie auch ein Bündel buchtiger, anastomosirender Gefässstämme, die senkrecht gegen die Spitze hinaufsteigen und nach den Seiten hin Aeste zu dem dichten oberflächlichen Haargefässnetz aussenden, aus welchem Schlingen in die Schleimhautpapillen hinaustreten. In den meisten, wenn auch nicht in allen Papillen, befinden sich zugleich eine oder zuweilen zwei Ausführungsgänge traubenförmiger Drüsen, welche dieselben im Verein mit den Gefässen durchbohren, um mehr oder minder hoch an ihren Seiten zu münden. Einzelne zerstreute oder gehäuft stehende Fettzellen liegen längs der äussern Gefässstämme.

In einigen Papillen sieht man nun längs der Bündel der Gefässäste Lymphkörperchen in das Bindegewebe eingesprengt; in andern ist beinahe das ganze Gewebe einförmig infiltrirt, oder es enthält hie und da dichtere Haufen Körner, und wiederum in andern findet man dicht unter dem Epithelium 1—2 oder eine weit grössere Zahl sehr wohl entwickelter Follikel (Taf. XIV, Fig. 4 u. 5 *e*) mit einer verschiedenen Menge der gewöhnlichen Zwischensubstanz (*d*), gemeiniglich von dem noch freien Theile des Bindegewebes scharf abgegrenzt; in dieses sind die grössern Gefässstämme (*k*) eingebettet, deren Seitenäste in die interfolliculäre

Masse hineintreten, die Follikel umspinnen und Haargefässe in ihr Inneres hineinsenden. Oft schwillt die Papille, besonders an ihrer Basis, zu einer bedeutenden Dicke, ihre Schleimhautpapillen werden undeutlich oder verschwinden gänzlich, und hie und da, obgleich nicht häufig, drängt sich die folliculäre Masse in das sehr verdünnte Epithel hinaus (Fig. 4 *e'*). Die Basis sehr grosser Papillen wird zuweilen von scharf begrenzten Follikeln eingenommen, während ihre Spitze der Sitz einer formlosen Infiltration längs der letzten Verästelungen der Gefässe ist (Fig. 4 *m*). Die Bildung wirklicher Follikel findet vorzugsweise in den hintern, mehr einzelnstehenden Papillen statt; an den kleineren, mehr nach vorn gelegenen, nimmt man häufiger nur die formlose Infiltration wahr. Bei einem Thiere fand ich in der einen Pap. circumvallata einen einzelnen grossen Follikel, während sie in der Regel beide gänzlich von Drüsengewebe frei waren. — Aber auch zwischen den Papillen ist die Schleimhaut in grosser Ausdehnung in Drüsengewebe umgewandelt; an einer Stelle findet man eine ganze Lage von Follikeln sich unter dem Epithelium ausbreiten (Taf. XIV, Fig. 6 *d'*), in der Tiefe gegen das submucöse Bindegewebe, worin die grössern Gefässstämme laufen, deutlich begrenzt; an einer andern eine dichte, formlose Infiltration, oder endlich nur eine spärlichere Ablagerung kleiner Gruppen und Reihen von Lymphkörperchen um die Wandungen der kleinern Blutgefässäste. — Zahlreiche und grosse traubenförmige Drüsen (Fig. 4 u. 6 *f*) liegen in dem hintern Theile der Zunge dicht unter der Schleimhaut zusammengepackt, hie und da von senkrecht aufsteigenden Muskelbündeln durchbrochen (*i*); ihre Ausführungsgänge öffnen sich theils zwischen, theils auf den Papillen, einzeln zweifelsohne auch in den Höhlen der Balgdrüsen. — Am Rande der Zungenwurzel, gerade ausserhalb der Pap. circumvallatae, befindet sich eine Gruppe ziemlich tiefer, enger, unregelmässiger Grübchen, ganz denjenigen entsprechend, welche *Rapp*[1]) an mehreren verschiedenen Thierarten wahrgenommen hat; in den Wänden der Gruben, worin zahlreiche Drüsengänge münden, fand ich eine formlose Lymphinfiltration des an Blutgefässen reichen Bindegewebes und ausserdem einzelne wohlbegrenzte Follikel. — In dem vor den Pap. circumvallatae liegenden Theile der Zunge erstreckt sich unter dem Epithelium eine für das unbewaffnete Auge scharf begrenzte, ungefähr ½ Mm. dicke Lage fester, fast fibröser, in verschiedener Richtung zusammengeflochtener Bindegewebsbündel; unter derselben folgen die Muskeln, und eingesprengt zwischen die letztern befinden sich Fettzellen und traubenförmige Drüsen. Zwischen den Muskeln und der Schleimhaut laufen Blutgefässe von der Dicke von 0,02—0,04 Mm., von denen buchtige und gewundene Aeste in geringem Abstande von einander sich senkrecht gegen die Oberfläche erheben, um die keulenförmigen Papillen zu ver-

1) l. c.

sorgen und sich in das Haargefässnetz der secundären Schleimhautpapillen aufzulösen. Um die meisten dieser eigentlichen Schleimhautäste, namentlich um die 0,01—0,02 Mm. weiten Venen herum findet man Lymphkörperchen in den Adventitien gelagert, bald in geringerer, bald in grösserer Zahl, und in diesem letztern Falle bilden sie oft rings um das Gefäss und dessen letzte Verästelungen einen rundlichen Haufen, der sich nur durch Mangel an scharfer Begrenzung von einem solitären Follikel unterscheidet; wo eine derartige grössere Anhäufung stattfindet, schicken die Gefässe oft einzelne Haargefässschlingen durch dieselben hinein. — Ich unterlasse nicht zu bemerken, dass ich zwar bei verschiedenen ausgewachsenen Thieren eine bald mehr, bald minder reiche Entwickelung von Follikeln und Follikelgewebe in der Schleimhaut der Zunge wahrgenommen habe; der Unterschied war jedoch nicht erheblich, und sowohl eine formlose Infiltration als auch sehr zahlreiche Follikel, so wie ich es oben beschrieben habe, wurden stets in der Zungenwurzel vorgefunden. Das Verhältniss im vordern Theile der Zunge anbelangend, ward ich erst später auf das daselbst vorkommende adenoide Gewebe aufmerksam, und die mitgetheilte Beschreibung stützt sich nur auf die Untersuchung eines einzelnen Thieres.

Die Pharynxtonsille bildet beim Schweine zwischen den Mündungen der Eustachischen Röhren, gerade hinter der Nasenscheidewand eine schalenförmig gewölbte runde oder etwas querlängliche Platte, die mehrere, mehr oder minder tiefe Längsfurchen besitzt und auf ihrer ganzen Oberfläche mit unzähligen Oeffnungen besäet ist, theils ganz feinen für die unmittelbar mündenden Drüsengänge, theils grössern, von $^1/_2$—1 Mm. oder mehr im Durchschnitt, die in geräumige Höhlen hineinführen, worin wiederum eine grosse Zahl Drüsengänge münden. Die Wände der Höhlen zeigen den gewöhnlichen folliculären Drüsenbau mit überaus zahlreichen Follikeln jeglicher Grösse bis $^1/_2$ Mm. im Durchschnitt, und eine interfolliculäre Substanz gerade wie in den Tonsillen und der Zunge beschaffen. Ueberall liegen die Lymphkörperchen ganz bis an die Oberfläche der Schleimhaut, der es durchaus an Papillen [1] fehlt, und in der Tiefe findet sich eine scharfe Grenze zwischen dem Drüsengewebe und dem submucösen Bindegewebe, in welchem die traubenförmigen Drüsen eine zusammenhängende Lage bilden, theils unter, theils zwischen den Follikelgruppen. Das 2—3 Mm. dicke Organ ist nach hinten, wo man oft einzelne Höhlen mit dem ihnen angehörigen Drüsengewebe losgerissen und von der übrigen Masse entfernt findet, weniger deutlich begrenzt. Die Vertheilung der Blutgefässe verhält sich ganz wie in den Tonsillen und den Zungendrüsen und wie im Ganzen genommen in dem folliculären

1) An der Decke des Schlundes fehlen die Papillen bei allen den Thieren, die ich untersucht habe, sogar da, wo man keine Spur von Follikeln oder einer Lymphinfiltration findet; von diesem Verhalten wird demnach in dem Folgenden nicht mehr die Rede sein.

Drüsengewebe aller der Thiere, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte; das allgemeine Gesetz wird später besprochen werden. — An jeder Seite liegt unmittelbar unter der Grundfläche des Hirnschädels eine ziemlich grosse Lymphdrüse am Rande der Pharynxtonsille.

An einem kaum 3 Wochen alten Ferkel waren die Tonsillen ungefähr 2 Mm. dick und hatten die bleibende äussere Form und Begrenzung völlig erreicht. Die verhältnissmässig dicken Wände der Höhlen, die auch hier keine Schleimhautpapillen besassen, waren gänzlich mit Lymphkörperchen infiltrirt und hatten zugleich wirkliche Follikel, die an Grösse denen des ausgewachsenen Thieres nicht viel nachgaben, während ihre Zahl bedeutend geringer war. Grösstentheils waren die Follikel zwar weniger deutlich und weniger scharf von der Zwischensubstanz abgegrenzt, aber nicht selten erschienen sie auch in dieser Beziehung völlig entwickelt. — In vielen der Zungenpapillen sah ich kleine Gruppen von Lymphkörperchen oder sogar eine ausgebreitete Infiltration; Follikel waren jedoch noch nicht, wenigstens nicht in sonderlicher Zahl vorhanden; eigentliche Zungenbalgdrüsen bemerkte ich nicht. Die Pharynxtonsille schien mir recht gut entwickelt zu sein.

Bei dem Pferde liegen die 3—4 Zoll langen, ½ Zoll breiten Tonsillen (Taf. XIV, Fig. 11 und 12) dicht bis an den Seitenrand der Zungenwurzel und grenzen unmittelbar an eine Gruppe von Erhabenheiten, welche ihre Oberfläche bedecken. Sie bestehen wie die Tonsillen des Schweines aus mehreren Läppchen, deren jedes für sich aus einer Höhle mit angehörigem Drüsengewebe gebildet ist, und die sämmtlich von einer dicken und festen Bindegewebskapsel, die Verlängerungen zwischen sie hineinsendet und an den Rändern des Organs in die Schleimhaut übergeht, zusammengehalten und in der Tiefe bekleidet werden. Man findet aber hier bei weitem nicht so viele Höhlen als beim Schweine und wegen ihrer geringern Tiefe übersteigt die Dicke der ganzen Tonsille kaum 4 Mm. Die Mündungen sind weit, bis 3—4 Mm. im Durchschnitt; die Höhlen selbst unregelmässig sackförmig und in der Regel mit kleinen runden Nebenhöhlen (a') versehen. Auf der ganzen Oberfläche und in den grössern Höhlen befinden sich ausserordentlich lange, dichtstehende Schleimhautpapillen, die, sobald das dicke Epithel entfernt worden, der Schleimhaut ein zottiges Aussehen geben; die Nebenhöhlen haben hingegen ein dünneres Plattenepithel und besitzen durchaus keine Papillen. Die Wände enthalten ziemlich zahlreiche runde Follikel verschiedener Grösse, bis fast ½ Mm. im Durchschnitt; die grössern zeichnen sich durch eine deutliche und scharfe Begrenzung aus, während die ganz kleinen im Gegensatz zur Zwischensubstanz nur wenig kennbar sind; sie sind alle nur mit radiären, öfters regelmässig schlingenförmig umgebogenen Haargefässen versehen. Der Abstand zwischen den Follikeln ist indessen verhältnissmässig gross, so dass die interfolliculäre Substanz in vorwiegender Menge da ist; diese besteht aber auch hier ausschliesslich

aus Drüsengewebe, das sich durch ein Netz von Lymphgefässen auszeichnet und zugleich grössern Reichthum an Blutgefässen und ein stärkeres Fasernetz als die Follikel besitzt. Die Lymphinfiltration erstreckt sich bis an das Epithel der Höhlen, sowie auch an das der Oberfläche; sie in den Papillen selbst gesehen zu haben, kann ich nicht mit Sicherheit behaupten. Die Nebenhöhlen sind oft ganz von der nämlichen Grösse wie die Follikel, und hat man den Schnitt durch eine derselben gemacht, ohne ihre Verbindung mit der Haupthöhle zu treffen, so scheint es oft täuschend, als habe man einen Follikel vor sich, dem es an festem Inhalt gänzlich fehlte; die Auskleidung mit Epithel wird indessen den rechten Zusammenhang darthun. — Auch in der Tonsillenkapsel des Pferdes befinden sich an der Grenze des eigentlichen Drüsengewebes Lymphkörperchen in die Adventitien der kleinern Venen eingesprengt — Die Ausführungsgänge der vielen traubenförmigen Drüschen, die dicht unter der Tonsille in dem reichlichen, lockern submucösen Bindegewebe, oder hin und wieder zwischen den Muskelbündeln eingebettet sind, scheinen theils auf der Oberfläche, theils in den grössern Höhlen und zuweilen im Halse, jedoch nicht im Boden der Höhlen, zu münden.

An der Zungenwurzel befinden sich eine grosse Menge glatter, rundlicher Erhabenheiten, die ganz nach hinten von geringerer Grösse und mehr einzelnstehend sind, während sie sich gegen die zwei sehr grossen Papillae circumvallatae zu einer ansehnlichern Höhe erheben und in unregelmässig buchtigen Zeichnungen unter einander zusammenfliessen; etwas hinter den genannten Papillen hören sie ziemlich plötzlich auf, und auf der daselbst befindlichen ebneren Fläche gewahrt man nur die feinen Mündungen traubenförmiger Drüsen, jede für sich mitten auf einer schwachgewölbten Erhöhung. Auf diesen Erhöhungen, die vielleicht den Papillen auf der Zungenwurzel des Schweines entsprechen, gewahrt man zahlreiche Oeffnungen von durchaus verschiedener Grösse, vom punktförmigen an bis 1 Mm. im Durchschnitt; die kleineren sind Mündungen der Drüsengänge, wogegen die grössern in unregelmässige Höhlen (Taf. XIV, Fig. 13 *a*) hineinführen, die mit dem Plattenepithel in seiner ganzen Dicke und mit wohl entwickelten Schleimhautpapillen ausgekleidet werden. Nicht selten scheinen Uebergangsformen zwischen der unmittelbaren Mündung eines Drüsenganges auf der Oberfläche und einer wirklichen Höhle zuvorkommen; während nämlich die Mündungen der Gänge in der Regel sehr eng sind, fand ich sie mehrmals trichterförmig erweitert und mit kleinen Schleimhautpapillen versehen, und in solchem Falle fand auch ein unmerklicher Uebergang von dem Epithel des Ganges zu dem des Trichters statt. Vom Boden der meisten, wenn auch nicht aller grössern Höhlen zieht sich in mehr oder minder schräger Richtung ein enger Schlauch (*a*), dem Papillen fehlen und der ein dünneres Plattenepithel besitzt. Rings um diesen Gang liegen in der Regel die Follikel, während man sie nur seltner unmittelbar am Boden der Höhle, niemals

um die Mündung derselben antrifft. Sie bilden gewöhnlich rundliche Haufen, die in das lockere, submucöse Bindegewebe, aus dem man sie mit grosser Leichtigkeit ausschälen kann, lose einbettet sind und sich oft so tief unter der Schleimhaut der Oberfläche befinden, dass es leicht den Anschein erhält, als stünden sie in gar keinem Zusammenhange mit derselben, obschon sie doch stets mit einer von ihr ausgehenden Bekleidung umhüllt sind, oder mit andern Worten sich in einer Verlängerung dieser Haut entwickelt haben. Die Zahl der zu einer einzelnen Höhle gehörenden Follikel kann sehr verschieden sein. Ob es Höhlen giebt, deren Wänden es gänzlich an Drüsengewebe fehlt, lässt sich schwer ermitteln; dagegen habe ich etliche Mal, obgleich im Ganzen nur selten, eine formlose Infiltration ohne entwickelte Follikel mit Sicherheit wahrgenommen. Sowohl die Follikel als auch die Zwischensubstanz verhalten sich in jeder Beziehung wie in den Tonsillen. — In den Nebenhöhlen findet man öfters sowohl in der Zunge als auch in den Tonsillen die bekannten Klümpchen zusammengekitteter Epithelialzellen, zuweilen sogar steinige Concremente. — Der ganze hintere Theil der Zungenoberfläche ist von den stark buchtigen, mehreren traubenförmigen Drüsen gemeinschaftlichen Ausführungsgängen untergraben, die oft lange Strecken laufen, ehe sie die Schleimhaut durchbohren; sie sind sehr weit bis ½ Mm. im Durchschnitt, und ich unterlasse nicht ausdrücklich zu bemerken, dass dies nicht bloss von denjenigen gilt, die in den Höhlen münden, sondern auch von solchen, deren enge Oeffnungen sich unmittelbar auf der Oberfläche befinden, ohne dass sie im geringsten von der folliculären Masse beengt werden; sogar an Orten, wo durchaus keine Follikelbildung in der nächsten Umgebung stattfindet, z. B. auf dem Kehldeckel und den Giessbeckenknorpeln verhalten sich die Gänge auf dieselbe Weise, und die grosse Erweiterung kann demnach nicht hier, wie *Boettcher*[1]) es annimmt, davon abhängen, dass das Follikelgewebe ihre Mündungen zusammenschnürt. Die Drüsengänge öffnen sich in der Regel nahe an der Mündung, nicht im Boden der Höhlen (Fig. 13 *g*).

Auf der vordern Fläche des Gaumensegels des Pferdes befindet sich eine Anzahl Höhlen, deren ungefähr 1 Mm. weite Oeffnungen mit halbkugeligen Erhabenheiten umgeben sind, und deren Wände aus Drüsengewebe mit deutlichen, begrenzten Follikeln bestehen; sie sind demnach den Balgdrüsen der Zunge durchaus ähnlich, nur mit dem unerheblichen Unterschiede, dass die Drüsenmasse hier unmittelbar unter der Oberfläche liegt, die an den Erhabenheiten schwächere Schleimhautpapillen und dünneres Epithel als sonst besitzt. Die traubenförmigen Drüsen finden sich auch hier sehr zahlreich.

Zwischen den beiden Mündungen der Eustachischen Röhren und auf der gegen die Schlundhöhle gewölbten Fläche der bogenförmigen Knorpel-

1) l. c. S. 218.

platten, welche die innere Wand der erstern bilden, ist die ungefähr 1 Mm. dicke Schleimhaut mit Lymphkörperchen überall dicht gefüllt, so dass ihr Gewebe gerade bis an das Epithelium in ein einförmiges Fasernetz, welches sich indessen wegen der Enge der Maschen nur mit grosser Schwierigkeit auspinseln lässt, aufgelöst ist. Hie und da, aber nur in geringer Zahl und in grossem Abstande von einander, bemerkt man kleine, runde, undeutlich begrenzte Flecken, die sich durch den Mangel an grössern Gefässen und durch eine dichtere Anhäufung von Lymphkörperchen in den Maschen des zartern Fasernetzes auszeichnen. In der Tiefe entbehrt das Drüsengewebe einer völlig scharfen Grenze und wird bloss durch eine sehr dünne, freie Bindegewebslage von den traubenförmigen Drüsen mit ihren weiten und buchtigen Ausführungsgängen geschieden. — In dem übrigen Theile der Schlundschleimhaut fand ich keine Spur irgend einer Lymphinfiltration.

Bei einem ungefähr 14 Tage alten Füllen waren die Höhlen der Tonsillen sowie auch die der Zungenbalgdrüsen nebst ihren kleinen Nebenhöhlen sehr kenntlich, einzelne der ersteren hatten sogar eine Weite von über 1 Mm. Die Schleimhautpapillen waren auf der Oberfläche wohl entwickelt, fehlten aber meistentheils in den Höhlen. Die bis $^3/_4$ Mm. dicken Wände waren gänzlich mit Lymphkörperchen infiltrirt und zeigten hie und da dickere runde Haufen oder sogar einzelne ziemlich deutlich begrenzte, wenn auch noch sehr kleine Follikel; aber die die Drüsenmasse umhüllende Lage von festerem Bindegewebe, die eigentliche Kapsel, war noch nicht vorhanden, und die Begrenzung in der Tiefe nicht vollkommen scharf. Die Ausführungsgänge der traubenförmigen Drüsen waren bereits ziemlich buchtig und verhältnissmässig sehr weit. — Bei einem 2—3 Monate alten Füllen hatten sowohl die Tonsillen als auch die Zungendrüsen bis auf eine geringere Zahl geschlossener Follikel, ganz die bleibende Form erreicht.

Die Tonsillen des Schafes (Taf. XIV, Fig. 7), die ungefähr so gross wie Haselnüsse sind, liegen, mit traubenförmigen Drüsen umgeben, tief in das submucöse Bindegewebe eingesenkt und zwischen den Muskeln der Gaumenbogen, und ragen auf der Oberfläche der Schleimhaut nur sehr wenig hervor; sie sind auswendig mit einer dicken Bindegewebskapsel, die Verlängerungen zwischen die Läppchen hinein sendet, bekleidet. Auf der Oberfläche gewahrt man 2—3 grosse, trichterförmige Oeffnungen für die tiefen, geräumigen, stark ausgebuchteten Höhlen, die bis an den Boden deutliche Schleimhautpapillen haben, und deren Wände bis an die letztern von einer ungefähr 1 Mm. dicken Lage folliculären Drüsengewebes gebildet werden. Die zahlreichen runden Follikel, deren Grösse gemeiniglich nicht $^1/_2$ Mm. im Durchschnitt erreicht und selten übersteigt, sind grösstentheils scharf begrenzt, durch verhältnissmässig dicke Balken interfolliculärer Substanz getrennt, und nur selten fliessen 2 oder 3 mit einander zusammen. Sobald sie durchschnit-

ten sind, entlassen sie schnell ihren Inhalt und zeigen sich dann als schalenförmige Vertiefungen auf der Schnittfläche. Auch durch Auspinseln werden die meisten Follikel sehr schnell ausgeleert und behalten nur spärliche Ueberbleibsel des Fasernetzes an ihren Haargefässen hängen, während die Zwischensubstanz durchgängig ein starkes, ziemlich dichtes Netzwerk besitzt.

Der ganze hintere, völlig ebene Theil des Zungenrückens ist mit Mündungen für die Ausführungsgänge der traubenförmigen Drüsen dicht besäet, besitzt jedoch keine Balgdrüsen, und, so weit ich wahrgenommen habe, auch keine solitären Follikel oder eine verbreitete formlose Infiltration. Vor den Papillae circumvallatae befinden sich, in zunehmender Menge gegen die Zungenspitze, zerstreute keulenförmige Papillen von ziemlich geringer Grösse, ungefähr $^3/_4$ Mm. oder etwas mehr im Durchschnitt; auf der Oberfläche sind sie wiederum mit mikroskopischen, in dem dicken Epithel verborgenen, secundären Papillen versehen. Ein paar grössere Gefässstämme treten von der Tiefe aus in jede dieser Papillen hinein, wo sie sich buschförmig verästeln und zuletzt ein Netz von Haargefässen unter dem Epithelium bilden und Schlingen in die secundären Papillen hineinsenden[1]. Rings um die Blutgefässe fand ich stets Lymphkörperchen in das Bindegewebe eingesprengt, in grösserer Zahl und dichteren Haufen in der Papille selbst, in und unter der Wurzel derselben mehr spärlich, wo man sie deutlich dicht an den Wandungen der Gefässe gelagert erblickte, und wo sie oft reihenförmig zwischen den Adventitialbündeln geordnet waren. Begrenzte Follikel gewahrte ich nicht.

Die Pharynxtonsille bildet beim Schafe eine, besonders nach hinten deutlich begrenzte, hervorgewölbte Platte, die mehrere, 2—4 Mm. hohe Längsfalten der Schleimhaut besitzt, welche gegen einander gedrückt liegen und durch scharfe Furchen von einander geschieden sind. Schon für das blosse Auge geben die unzähligen Follikel, die in der ganzen Schleimhaut eine einzelne, ununterbrochene Lage bilden, der Oberfläche ein feinkörniges Aussehen, und sobald die Blutgefässe gefüllt sind, zeigen sie sich als hellere Maschen in einem schönen, sehr stark gefärbten Netze der blutreichen interfolliculären Substanz. Jegliche Falte enthält demnach zwei Reihen Follikel, die von einander mittels einer Scheidewand feinen, aber deutlich faserigen Bindegewebes getrennt sind, einer Verlängerung der Schicht, die allenthalben die Grenze zwischen dem folliculären Drüsengewebe und dem submucösen Bindegewebe bildet; zuweilen erstreckt sich auch das letztere mit Gruppen von Fettzellen oder kleinen traubenförmigen Drüsen in die Falte hinein. In den Scheidewänden befinden sich, wie zwischen den Lappen der Tonsillen, sehr oft Lymphkörperchen längs der Wände der kleineren Blutgefässe gelagert. Sowohl Follikel als auch Zwischensubstanz verhalten sich gerade wie in den Tonsillen;

1) Vgl. die von *Kölliker* nach *Todd-Bowman* gegebene Zeichnung. Gewebelehre 3. Aufl. Fig. 186. S. 367.

erstere sind bloss mit radiär geordneten Haargefässen versehen, welche in vielen Follikeln schlingenförmige Umbiegungen und Anastomosen rings um eine mittlere gefässlose Stelle bilden, wogegen sich die Zwischensubstanz durch einen grossen Reichthum an grössern und kleinern Blutgefässen auszeichnet. Unter dem ganzen Organ, unmittelbar an der Beinhaut der Schädelgrundfläche, befindet sich ein sehr dichtes, fast cavernöses Netz weiter, stark anastomosirender Venen. Die traubenförmigen Drüsen sind unter dem gefalteten Theile der Schleimhaut, der eigentlichen Pharynxtonsille, nicht besonders zahlreich; aber ganz nahe am Rande derselben befindet sich an der Seitenwand des Schlundes eine ziemlich ausgedehnte Fläche, wo ihre Ausführungsgänge in ziemlich grosser Zahl die glatte Schleimhaut durchbohren. Auch hier ist die Schleimhaut in ihrer ganzen Dicke mit Lymphkörperchen dicht besäet und enthält eine einfache Lage Follikel; die Zwischenräume zwischen denselben sind aber hier etwas grösser, und häufiger als im Schlundgewölbe selbst trifft man sie von der Zwischensubstanz abgegrenzt. Allenthalben erstreckt sich die Lymphinfiltration ganz an das Flimmerepithelium hin. — Weiter abwärts im Schlunde, bis 1—2 Zoll vom Rande der Pharynxtonsille, wo die Schleimhaut schon stärkere Papillen besitzt und von einem dicken Plattenepithel bekleidet ist, sind die Drüsengänge mehr vereinzelt und münden in ziemlich grossem Abstande von einander nach einem leicht buchtigen Laufe senkrecht an die Oberfläche. Von den grössern Blutgefässstämmen in dem submucösen Bindegewebe unter und zwischen den traubenförmigen Drüsen steigen Aeste zur Oberfläche hinauf, oft die Ausführungsgänge der Drüsen geleitend, um sich in der Schleimhaut selbst in einen Busch kleinerer Aeste aufzulösen, die zuletzt in das gewöhnliche feine Netz unter und in den Papillen endigen. Rings um die meisten dieser buschförmigen Verästelungen, jedoch kaum um sie alle, findet man Lymphkörperchen gelagert, durchaus wie in den keulenförmigen Papillen auf der Zungenwurzel; um mehr abgesonderte Gefässäste herum liegen sie in kleinen Gruppen vereinzelt oder reihenweise zwischen den Adventitialbündeln geordnet, während sie um die dichtern Büsche grössere Haufen bilden, die oft von Haargefässschlingen durchsetzt werden; zuweilen fliessen mehrere solcher Haufen in einander zusammen, und man findet alsdann die Schleimhaut in einiger Ausdehnung fast gänzlich infiltrirt, wie im Schlundgewölbe des Pferdes. Hin und wieder trifft man nun aber statt der formlosen Infiltration um die Gefässverästelungen einen auf der Oberfläche hervorgewölbten, völlig entwickelten und scharf begrenzten solitären Follikel, der mit stärkeren Gefässen umsponnen und mit radiären Haargefässen versehen ist, oder sogar eine gefässlose Stelle in der Mitte hat, und es ist ein leichtes, die Uebergänge zwischen allen diesen Formen nachzuweisen. Ich habe nicht bemerkt, dass die Drüsengänge derartige einzelnstehende Follikel durchbohren: oft schlängeln sie sich um die letztern, um dicht neben ihnen auf der Oberfläche zu mün-

den. — In dem am tiefsten liegenden Theile des Schlundes findet man keine Lymphinfiltration der Schleimhaut.

Die Tonsillen des Rehes (Taf. XIV, Fig. 8) sind aus mehr Lappen als die des Schafes zusammengesetzt, haben aber übrigens einen ganz entsprechenden Bau. — In der Rachenenge sieht man eine Längsgrube, von der eine Anzahl (5—6) Gänge auslaufen, die sich in der Tiefe in der Querrichtung des in das submucöse Bindegewebe und die Muskeln eingebetteten länglichen Organs bedeutend erweitern; zwischen den Lappen findet man nicht allein Verlängerungen der Kapsel, sondern auch einzelne Muskelbündel und kleine Gruppen traubenförmiger Drüsen. Die Schleimhautpapillen erstrecken sich ganz in den Boden der Höhlen hinein. Die 1—1½ Mm. dicken Wandungen bestehen aus folliculärem Drüsengewebe mit zahlreichen, sehr selten zusammenfliessenden, runden Follikeln, deren Grösse meistentheils unter ½ Mm. im Durchschnitt beträgt. Sowohl die Follikel als auch die Zwischensubstanz verhalten sich in jeder Beziehung wie bei dem Schafe.

Hinter den Pap. circumvallatae finden sich unter der Zungenschleimhaut viele weite, buchtige, mit einer einzelnen Schicht Epithelialzellen ausgekleidete Gänge, deren Wandungen meistentheils stark pigmentirt sind, wodurch sie schon fürs blosse Auge leicht zu erkennen sind; sie nehmen während ihres Verlaufes eine Zahl Ausführungsgänge der traubigen Drüsen auf und münden zuletzt, jeder für sich, mit einer engen Oeffnung auf einer kleinen Schleimhauterhöhung, die jedoch, wegen ihrer dünnern Epithelialbekleidung, auf der ebenen Oberfläche nicht sonderlich hervortritt. Balgdrüsen finden sich nicht, und habe ich auch nirgends irgend eine Spur einer formlosen Lymphinfiltration gesehen; ich unterlasse indess nicht zu bemerken, dass ich nur ein Thier untersuchte, welches sich vielleicht weniger dazu eignete, so dass ich auf dieses Resultat nicht viel Gewicht legen darf. — Im Schlundgewölbe fand ich eine schalenförmig vertiefte Grube, worunter sich die traubigen Drüsen zu einem dichten Haufen sehr grosser Lappen sammelten. Es war kein folliculäres Drüsengewebe da, aber unmittelbar unter oder vielmehr in der Schleimhaut selbst befand sich eine Lage grosser, dicht gedrängter Fettzellen, die dieser ganzen Stelle ein von den nächsten Umgebungen abweichendes Aussehen verliehen.

Auch beim Ochsen liegen die wallnussgrossen Tonsillen (Taf. XIV, Fig. 9 und 10) tief zwischen die Muskeln eingesenkt, während man in der Rachenenge nur eine trichterförmige Grube mit den weiten Mündungen einiger wenigen grösseren Höhlen gewahrt, die sich zu wiederholten Malen in der Tiefe des Organes verästeln und sich zuletzt in Bündel engerer Blindgänge auflösen. Zwischen den Lappen liegen Einsenkungen von der Kapsel und dem submucösen Bindegewebe, Muskelbündel, traubenförmige Drüsen und ihre Ausführungsgänge, grössere Gefässe und Nerven, und man erhält an manchen Schnitten ein ziemlich verworrenes

Bild dieser Theile und der Höhlen mit dem sie umgebenden Drüsengewebe, Alles unter einander gemengt. Die Höhlen sind bis in ihre blinden Enden hinein mit dem dicken Plattenepithel und wohl entwickelten Schleimhautpapillen ausgekleidet. Nur rings um die letzten Blindgänge bestehen die 1—2 Mm. dicken Wandungen aus folliculärem Drüsengewebe (Fig. 10 *d*), während die grössern Höhlen von einer unveränderten Schleimhaut umgeben sind, deren sehr dichtes Blutgefässnetz am Rande der Follikelmasse gleichsam in zwei Lagen sich theilt: eine feinere oberflächliche, die sich unmittelbar unter dem Epithel ausbreitet und eine stärkere, aus grösseren Stämmen zusammengeflochtene, welche das Drüsengewebe in der Tiefe umhüllt; die beiden Lagen werden mit einander durch die zahlreichen Aeste verbunden, die aus dem letzteren in die Drüsenmasse selbst hineintreten, wo sie stark mit einander anastomosiren, die Follikel umspinnen und radiäre Haargefässe in ihr Inneres hineinsenden. — Längs der grössern arteriellen Gefässe finden sich noch zusammenhängende Bindegewebsbündel, übrigens aber wird das Drüsengewebe durchgängig von dem gewöhnlichen feinen Fasernetz gebildet, das einerseits zwischen den Schleimhautpapillen, andrerseits zwischen der Kapsel und ihren Verlängerungen zwischen die Lappen ausgespannt ist; die in den Maschenräumen enthaltenen Lymphkörperchen lassen sich an gehörig erhärteten Präparaten ohne Schwierigkeit auspinseln, namentlich wenn man im voraus die reichliche Menge zähen Schleimes, der die Höhlen füllt und die ganze Masse zu durchfeuchten scheint, ausgewaschen hat. Follikel finden sich in grosser Zahl, gewöhnlich einigermaassen regelmässig in einer einfachen Lage um jede der Höhlen vertheilt, gegenseitig durch breite Balken der interfolliculären Substanz getrennt. Sie messen selten mehr als $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Mm. im Durchschnitt und zeigen sich, da sie sehr leicht ihren Inhalt entschlüpfen lassen, als runde Vertiefungen auf der Schnittfläche. Nach dem Auspinseln findet man sie zuweilen mit einem ziemlich starken und engmaschigen Fasernetze versehen, dessen Balken jedoch feiner als in der Zwischensubstanz sind; öfters aber bleiben nur Reste des Netzes zurück. Die Begrenzung der Follikel geschieht ganz auf dieselbe Weise wie beim Schweine, ist aber vielleicht öfter nicht so vollkommen als es bei diesem Thiere in der Regel sich findet. — Zuweilen werden in der Tonsille die Scheidewände mehrerer Läppchen infiltrirt, so dass diese in eine grössere Masse Drüsengewebes, die mehrere der kleinsten Höhlengänge einschliesst, gegenseitig zusammenschmelzen. — Die traubigen Drüsen münden nur in die grössern Höhlen, nicht in die kleinsten Gänge.

Auf der Oberfläche der Zungenwurzel findet sich eine grosse Menge sackförmiger oder flaschenförmiger Grübchen, deren ungefähr 1 Mm. weite Mündungen in der hintern Gegend unregelmässig zerstreut liegen und mit erhabenen Wällen umgeben sind, während sie mehr nach vorn hin, gegen die Pap. circumvallatae in den Vertiefungen zwischen den

Längsfalten der Schleimhaut in dichten Reihen sich ordnen. In allen Gruben ist die Schleimhaut mit Papillen versehen und mit einem Plattenepithel von einer ansehnlichen Dicke bekleidet. Die hintern sind in der Regel mit einer Lage Follikel umgeben, die dicht am Boden der Höhle liegen, oder wie beim Pferde um enge Ausläufer derselben gelagert sind, in welchem Falle sie sich tief unter der Oberfläche der Schleimhaut verbergen können.

Derartige Balgdrüsen sind es, die *Gauster* [1]) beschrieben und abgebildet hat; ich fand sie aber von einer von der Schleimhaut ausgehenden Bindegewebskapsel umhüllt, und die interfolliculäre Substanz besteht auch hier nicht, wie *Gauster* angiebt, aus einem einfachen »bindegewebigen Parenchym«, sondern aus wirklichem folliculären Drüsengewebe, das sich gerade bis ans Epithel hin erstreckt; die Follikel selbst sind bald mehr, bald minder scharf begrenzt und hier wie überall, nach der Erhärtung in Chromsäure und besonders nach der Einspritzung der Blutgefässe, von der Zwischensubstanz durch ihre hellere Farbe leicht zu unterscheiden.

Um einzelne der hintern Höhlen befinden sich indessen keine Follikel, sondern nur dicht unter dem Epithel eine bald dickere, bald dünnere Lage mehr oder minder dicht angehäufter Lymphkörperchen, die in die Schleimhaut eingesprengt sind, und bezüglich der vordern, reihenweise geordneten Höhlen ist dies sogar die Regel, so dass die Bildung von Follikeln hier eine seltenere Ausnahme macht. Die scharfe Abgrenzung gegen das submucöse Bindegewebe durch Hülfe einer festeren Kapsel fehlt gemeiniglich, wo keine Follikel entwickelt sind. Wo die Infiltration spärlich ist, sieht man oft nur die Lymphkörperchen dicht an den Wänden der kleineren Blutgefässe liegen, während sie in einigem Abstande von denselben gänzlich verschwinden. — Die von *Gauster* [2]) genau beschriebenen, weiten, buchtigen Schläuche, die die Ausführungsgänge der traubigen Drüsen aufnehmen, sind von einer einfachen Schicht flacher Epithelialzellen ausgekleidet, welche man jedoch öfters abgestossen findet; ich kann es bestätigen, dass sie, wenigstens im Allgemeinen, nicht in den tiefsten Theil der Höhlen, sondern in der Nähe der Mündung derselben oder unmittelbar auf der Oberfläche ausmünden. — In den weit von einander abstehenden keulenförmigen Papillen auf der Zungenspitze gewahrte ich bei einem Thiere zahlreiche Kerne oder Zellen längs der Wandungen der Blutgefässe eingesprengt; ich konnte indessen nicht zu einer sichern Ueberzeugung gelangen, ob dieselben eine Infiltration von Lymphkörperchen darstellten, ähnlich derjenigen, die in den entsprechenden Papillen beim Schafe wahrgenommen wird.

Die Pharynxtonsille des Ochsen ist nach allen Seiten hin ziemlich deutlich begrenzt; sie hat eine Anzahl Längsfalten und viele mit Flimmer-

1) l. c. S. 498. Fig. 1. u. 2.
2) l. c. S. 504.

epithel ausgekleidete, sackförmige Gruben, von denen die meisten und grössten im Boden der Furchen liegen, während nur kleinere Oeffnungen auf dem Rücken der Falten wahrgenommen werden. Die Ausführungsgänge der grossen traubigen Drüsen, die unter dem Organe eine zusammenhängende Lage bilden, öffnen sich theils in den Höhlen, theils auf der Oberfläche zwischen denselben. Die ungefähr 1 ½ Mm. dicke Schleimhaut enthält bis zum Epithel hin Lymphkörperchen dicht eingesprengt und lässt sich ohne Schwierigkeit auspinseln, namentlich zwischen den grösseren Gefässbündeln, von denen sie senkrecht durchbohrt wird, wonach das freie Fasernetz bald mit sehr feinen Balken, bald mit engeren, mehr langgestreckten Maschen und dickeren, sogar faserigen Balken sich zeigt. Sobald die Blutgefässe gefüllt sind, gewahrt man mit dem blossen Auge helle, runde Flecken unregelmässig vertheilt, am häufigsten in ziemlich bedeutendem Abstande von einander: es sind dies unvollkommen begrenzte Follikel, die sich nur durch eine stärkere Anhäufung von Lymphkörperchen in den Maschen des zarteren Netzes und durch ihren spärlichern Vorrath an Haargefässen von dem übrigen Gewebe unterscheiden, während die grösseren Blutgefässäste eine Geneigtheit zeigen, sich kreisförmig um sie zu reihen. Hie und da trifft man jedoch einzelne schärfer begrenzte Follikel, mit einer Lage dicht zusammengedrängter Balken umgeben, die dem Aussehen nach von gewöhnlichem faserigen Bindegewebe nicht sehr verschieden sind.

An noch ganz jungen Kälbern übersteigt die Dicke der Wände um die Verästelungen der Tonsillenhöhlen kaum ½ Mm.; sie bestehen aus einförmigem folliculärem Drüsengewebe (Taf. XIV, Fig. 10 *d*), das in der Tiefe schon durch eine deutliche bindegewebige Kapsel begrenzt und von stärkeren Blutgefässen umsponnen ist. Das äusserst feine Fasernetz lässt sich nur schwer auspinseln, ausgenommen stellenweise zwischen den grösseren senkrechten Gefässbündeln, wo sich hie und da Spuren einigermaassen begrenzter Follikel zeigen. Um einzelne Gänge herum fand sich nur eine sehr dünne Lage von Lymphinfiltration dicht unter dem Epithel, von dem der Schleimhaut eigenthümlichen Gefässnetze, das mit Blut stark angefüllt war, durchwoben. Die Papillen waren in den Höhlen weniger als auf der Oberfläche entwickelt. — Die Zungenbalgdrüsen, deren Höhlen 1 ½—2 Mm. tief waren mit ungefähr ½ Mm. weiten Mündungen, hatten einen vollkommen entsprechenden Bau: an senkrechten Schnitten durch dieselben ergab es sich deutlich, dass das Blutgefässnetz, das in der Tiefe das folliculäre Drüsengewebe umspinnt, eine Fortsetzung, eine stärkere Entfaltung der Schicht ist, die sich neben den Drüsen unter der Schleimhaut selbst ausbreitet; das Gefässnetz im Drüsengewebe selbst hat sich demnach aus den eigentlichen Schleimhautästen entwickelt. — Die Pharynxtonsille war in ihrer äussern Form wohl entwickelt; ihre Schleimhaut zeigte schon viele Lymphkörperchen eingesprengt und besass hie und da zwischen den grössern Gefässen runde

gefässarme Fleckchen, die sich leichter als das übrige Gewebe auspinseln liessen.

An etwas älteren wohl genährten Kälbern gewahrt man überall die Follikel, wiewohl in geringerer Zahl, ganz wie an dem völlig ausgewachsenen Thiere.

Kölliker[1]) zufolge wären die Follikel in den Tonsillen des Ochsen oft gar nicht zu finden; vielleicht waren es aber ganz junge Thiere, die er in solchem Falle vor sich hatte; an dem erwachsenen Thiere wenigstens gewahrte ich nicht, dass sie fehlten. Wenn dagegen *Krause*[2]) behauptet, dass man an jedem Kalbe deutlich und schön eben den Bau der Zungenbalgdrüsen findet, den *Kölliker* als den normalen angegeben, so glaube ich umgekehrt schliessen zu müssen, dass seine Untersuchungen sich nicht auf hinlänglich junge Thiere erstreckten, um das Verhältniss wahrzunehmen, das ich oben beschrieben habe.

Beim Hunde sieht man die ungetheilte, nur wenig tiefe Höhle der Tonsillen (Taf. XIV, Fig. 14) von der Rachenenge aus als eine senkrecht oder schräg gestellte Spalte, deren dicke vordere Lippe (*L*) eine starke, beinahe walzenförmige Hervorragung bildet und sich nach hinten über die Mündung der Höhle legt. Durch einen ziemlich tiefen Falz wird diese Lippe von der voranliegenden glatten Schleimhautwand abgegrenzt, und an ihrer gewölbten Oberfläche zeigt sie zuweilen schwache Einsenkungen, vielleicht Spuren von Verästelungen der Höhle; an einem Querschnitte sieht man sie durch eine hohe und breite Falte oder vielmehr durch eine Zusammenrollung der in Follikelgewebe umgewandelten Schleimhaut gebildet. Von derjenigen Schicht der traubigen Drüsen[3]), die unter der Tonsille und rings um dieselbe liegt, erstreckt sich eine Abtheilung zugleich mit dem einhüllenden, submucösen, öfters fetthaltigen Bindegewebe in die Lippe selbst hinein, hält sich jedoch meist in ihrer Wurzel, und, wie bereits *Henle* es beschrieben, nur in ihrer vordern

1) Würzburg. Verhandl. Bd. II. S. 182. Mikrosk. Anat. II, 2.

2) l. c. S. 144.

3) Es wird im Allgemeinen in den Handbüchern angegeben, dass die Bläschen der traubenförmigen Drüsen ein Plattenepithel besitzen, und bezüglich des Hundes wird dies ausdrücklich von *Henle* (l. c. S. 222) bestätigt. Ich habe indessen sowohl beim Hunde als auch bei allen übrigen Thieren, die ich untersucht habe, ohne Ausnahme Drüsenbläschen wie auch Ausführungsgänge mit einer einfachen Lage grosser, cylindrischer oder vielmehr flaschenförmiger Epithelialzellen ausgekleidet gefunden, ganz denjenigen entsprechend, die bekanntlich in den Schlauchdrüsen des Darmcanals vorgefunden werden. Durch den gegenseitigen Druck der Zellen entstehen die vieleckigen Zeichnungen, die ihre breiten Grundflächen auf der Oberfläche der Drüsenblase bilden, und dieselben haben vermuthlich den Anlass gegeben, dass man ihre Form nicht ganz richtig aufgefasst hat. An Präparaten, die kurz nach dem Tode des Thieres herausgenommen und in Chromsäure oder Weingeist gelegt worden sind, hält das Epithelium sich beständig gut, und an jedem dünnen Schnitte kann man die Zellen an ihrem natürlichen Platze finden und ohne fernere Präparation leicht zu einer Ueberzeugung von der wirklichen Form gelangen.

Seite, dicht unter dem Boden des Falzes, dessen unveränderte Schleimhaut von den Ausführungsgängen durchbohrt wird; nicht selten trifft man jedoch noch traubenförmige Drüschen mitten in dem obern Theile der Lippe, an beiden Seiten von Follikelgewebe umgeben. In der Höhle und auf der ganzen Oberfläche der grossen Lippe befinden sich deutliche Schleimhautpapillen, deren Umrisse an dünnen Schnitten wegen einer starken Pigmentirung der tiefsten Epithelialzellen oft sehr in die Augen fallen.

Eine einfache Schicht Follikel liegt unter der Höhle und längs der ganzen gewölbten Fläche der grossen Lippe, und sind schon fürs blosse Auge auf der Oberfläche als kleine niedrige Erhebungen sichtbar, deren Farbe heller ist als die der netzförmigen Vertiefungen zwischen ihnen. Ihre Form weicht wegen des gegenseitigen Druckes oft sehr von der runden ab; die Grösse ist im Ganzen genommen weit bedeutender als bei irgend einem der bisher genannten Thiere, indem nur wenige ½ Mm. oder darunter, die meisten 1—1½, einzelne sogar 2 Mm. im Durchschnitte messen. Die Balken zwischen ihnen sind dagegen öfters sehr schmal und entfalten sich nur ausnahmsweise in eine mehr ausgebreitete Interfolliculärsubstanz. An solchen Stellen trifft man starke Buchten und Schlingen der grössern Gefässstämme, während diese gewöhnlich zwischen den Follikeln in einem ziemlich gedehnten Verlaufe, dicht neben einander emporsteigen, um sich an der Oberfläche der Schleimhaut in bogenförmig anastomosirenden Aesten zu zertheilen und demnach jeden einzelnen Follikel wie mit einem Rahmen oder einer Kapsel zu umspinnen. Auch Lymphgefässe verästeln sich in den Balken zwischen den Follikeln, wogegen ich keine Spur derselben im Innern der letztern gesehen habe. Nur selten verirrt sich ein einigermaassen grösseres Blutgefäss in einen Follikel hinein; der Regel nach findet man hier nur wahre Haargefässe oder kleine Aestchen, die schnell in solche sich auflösen; sie treten strahlenförmig von allen Seiten hinein, anastomosiren in den äussern Lagen stärker mit einander und werden gegen die Mitte hin gewöhnlich weniger zahlreich oder lassen sogar einen kleinen Raum gänzlich frei. — Der ganze Follikel ist von einem feinen Fasernetz durchzogen; wenn man sich aber dem Umkreise nähert, werden die Maschen mehr länglich gedehnt, die Balken dicker und es bildet sich ein gradweiser Uebergang zu den Bündeln gewöhnlichen Bindegewebes, welche die grössern Gefässstämme zwischen den Follikeln begleiten. Eine völlige Abschliessung von der Zwischensubstanz oder des einen Follikels von dem andern findet indessen nicht statt; nur um die arteriellen Stämme schliessen sich die bindegewebigen Bündel in grösserer Zahl an einander, während das Gewebe zwischen diesen und den übrigen Gefässen noch immer von einem Netzwerk dickerer, oft regelmässig buchtiger oder gewundener Balken gebildet wird, die parallel mit den Gefässen laufen oder sich einzeln dicht an ihre Wände hinlegen und mit diesen und mit

einander gegenseitig durch zahlreiche Anastomosen und feinere Fasern verbunden werden; die engen Maschenräume sind mit Lymphkörperchen wie in den Follikeln selbst ausgefüllt. Ausnahmsweise verschwindet sogar in grösserer oder geringerer Ausdehnung jegliche Spur einer Wandung zwischen zwei oder mehreren benachbarten Follikeln, indem die grössern Gefässe von einander weichen und das Fasernetz der Follikel sich unmittelbar von beiden Seiten her verbindet. Derartige verschmolzene Follikel können, wie es von *Henle*[1]) angegeben worden, auf der Oberfläche Zeichnungen bilden, die einige Aehnlichkeit mit den Windungen des Gehirnes haben. Gegen die Oberfläche der Schleimhaut hin sieht man dieselbe gradweise Zusammendrückung und Verdickung der Netzbalken; nur die Papillen bleiben in der Regel gänzlich von Lymphkörperchen frei, von denen die oberflächlichsten in kleinen Gruppen und Reihen dicht unter dem Epithel liegen, oft deutlich längs der Wände der Blutgefässe aneinander gereiht: in der Tiefe bildet sich hingegen zuletzt eine dichte zusammenhängende Lage von freiem Bindegewebe, das mit seinem Blutgefässnetze die ganze Drüsenmasse bekleidet und an den Rändern derselben in die Schleimhaut übergeht. *Henle*[2]) zufolge soll das Drüsengewebe in der Tiefe nicht scharf begrenzt sein, sondern nur die Anhäufung von Pigment in seinen tiefsten Schichten ihm ein derartiges Aussehen verleihen; ich habe bei mehreren Thieren stets das oben beschriebene Verhältniss wahrgenommen, und es fand ein wirklicher Gegensatz statt zwischen der erwähnten bindegewebigen Lage, der Tonsillenkapsel, und dem lockern, eigentlich submucösen Bindegewebe, das dieselbe umgiebt und sich ihr anschliesst. Hier gilt auch durchaus dasselbe, was früher mitgetheilt worden, dass man, wenn man die Schleimhaut allein in einem etwaigen Abstande von der Tonsille anfasst, sie nebst der ganzen Follikelmasse mit deren Kapsel leicht von dem unterliegenden Gewebe losreissen kann, während es unmöglich ist, eine Schicht von der Oberfläche der Follikel wegzupräpariren, ohne dieselben zugleich zu öffnen und zu zerreissen. — Die äussere Form des Organes kann bei Hunden verschiedener Racen einzelne, jedoch nur unbedeutende Abweichungen erscheinen lassen; an einem Thiere fand ich die eine Tonsille ausserordentlich gross, die andere hingegen sehr unerheblich und in zwei, von einander weit entfernte Abtheilungen getheilt, die jede für sich annähernd den normalen Bau hatten. Oft trifft man einzelne völlig abgesonderte Follikel in der Furche vor der grossen Lippe oder anderswo in der nächsten Umgegend der Tonsille.

Die gegebene Darstellung des Baues der Tonsille des Hundes stimmt, wie man sieht, im Wesentlichen mit der von *Billroth*[3]) mitgetheilten

1) l. c. S. 222.
2) l. c. S. 220.
3) l. c. S. 131. Taf. V. Fig. 1.

Beschreibung überein; *Henle*[1]) zufolge soll dagegen die conglobirte Drüsenmasse dieses Thieres eine gleichförmige Lage bilden, in der nur Flecken eines mehr zerfliessenden Parenchyms erscheinen, und diese dazu Anlass gegeben haben, dass man auch hier Follikel zu finden wähnte. Ich zweifle nicht daran, in Uebereinstimmung mit dem, was bereits von andern Thiergattungen mitgetheilt worden, dass eine derartige Form unter gewissen Umständen und namentlich bei ganz jungen Thieren erscheinen mag; die Thiere aber, die ich untersucht habe, waren völlig ausgewachsen und wohl genährt, und an ihnen sämmtlich gewahrte ich die als Follikel beschriebenen Abtheilungen, die vorzüglich nach der Einspritzung der Blutgefässe und beim Auspinseln sich besonders deutlich und bestimmt ausgeprägt zeigten, so dass man sie nicht übersehen konnte. Es ist wohl wahr, dass sie nicht völlig abgeschlossen und im Ganzen von den schärfer begrenzten, geschlossenen Bläschen der Tonsillen des Schweines, Schafes u. s. w. etwas verschieden sind; jedoch scheint mir die gegenseitige Verwandtschaft dieser verschiedenen Formen, namentlich in Beziehung auf ihre besondere Gefässausstattung im Gegensatz zu der dazwischen liegenden Substanz so deutlich hervorzutreten, dass man sie entweder sämmtlich als Follikel bezeichnen oder auch diese Benennung gänzlich aufgeben muss, und dies nicht bloss bezüglich der hier besprochenen Organe. Uebrigens behalte ich mir vor, diesen Punkt später näher zu erörtern.

Eigentliche Zungenbalgdrüsen habe ich beim Hunde nicht wahrnehmen können; dagegen sah ich ein einzelnes Mal in einer der grossen kegelförmigen Papillen der Zungenwurzel eine scharf begrenzte, von einem Blutgefässnetz umsponnene, runde Anhäufung von Lymphkörperchen rings um eine äusserst kleine Höhle, die die Mündung eines Drüsenganges aufnahm: sie bildete eine schwache Hervorragung auf der Oberfläche, die hier der secundären Schleimhautpapillen beraubt war.

Die Pharynxtonsille hat in ihrem äussern Aussehen viele Aehnlichkeit mit einem *Peyer*'schen Follikelhaufen; sie bildet im Schlundgewölbe eine leicht erhabene Platte, deren übrigens ebene Oberfläche schwache Hervorragungen der runden Follikel zeigt, die in einer einfachen Schicht unmittelbar unter dem Epithelium gelagert sind. Es ist jedoch erst beim Auspinseln oder nach der Einspritzung der Blutgefässe, dass die Follikel, die meistentheils über 1 Mm. im Durchschnitt messen, eigentlich recht auf der Schnittfläche zu erkennen sind, während man sonst nur eine einförmige, in der Tiefe scharf begrenzte Infiltration bemerkt. Die Follikel sind weniger dicht gelagert als in den Tonsillen und die an stark geschlängelten Blutgefässen reiche Zwischensubstanz (Taf. XVI, Fig. 2) bildet gemeiniglich grössere Ausbreitungen als dort; übrigens aber stimmen die Bauverhältnisse an beiden Orten genau überein. — Unter der

1) l. c. S. 222.

Pharynxtonsille sind die traubigen Drüsen kleiner und nicht so zahlreich als in der nächsten Umgegend.

Die Tonsillen des Fuchses haben eine etwas geringere Zahl Follikel, und die gegenseitige Verschmelzung mehrerer derselben zu unregelmässig gebildeten Haufen scheint häufiger und in grösserer Ausdehnung der Fall zu sein; übrigens haben sie aber in jeglicher Beziehung so viele Aehnlichkeit mit denen des Hundes, dass ich mich einer näheren Beschreibung derselben enthalten kann. Wenn *Krause*[1]) in ihnen denselben Bau, den *Henle* in den Tonsillen des Hundes gefunden, wahrgenommen zu haben behauptet, verweise ich im Gegensatze hier zu auf die oben gemachten Bemerkungen. — Auch die Pharynxtonsille ist ganz wie beim Hunde gebaut; die Zunge habe ich zu untersuchen nicht Gelegenheit gehabt.

Bei der Katze bohrt die enge, ungetheilte Höhle der Tonsille (Taf. XIV, Fig. 15) sich nach vorn tief unter die Schleimhaut hinein, so dass der grössere Theil des Organes unter dieser versteckt liegt. Die vordere Lippe bildet in der Rachenenge eine zapfenförmige, nach hinten gerichtete Hervorragung und enthält an ihrer vordern Seite einzelne Lappen traubiger Drüsen, während der grössere Theil von Follikeln eingenommen wird, die der Oberfläche ein grobkörniges Aussehen verleihen. Die Schleimhautpapillen sind über der folliculären Masse kleiner als sonst und können sogar stellenweise gänzlich verschwinden. Die verhältnissmässig grossen Follikel — einige messen bis 1 Mm. im Durchschnitt — umgeben die ganze Höhle mit einer einfachen Lage, werden von einander durch ziemlich schmale Balken geschieden, scheinen aber nicht oft zusammenzufliessen. Die Einzelheiten des Baues anbelangend findet übrigens in jeder Beziehung eine völlige Uebereinstimmung mit den beim Hunde vorkommenden Verhältnissen statt, und ich will nur noch erwähnen, dass ich in einem Falle einen ungewöhnlich scharf begrenzten Follikel mit einem spärlichen Fasernetze und einer sehr dürftigen Ausstattung mit Gefässen in die tiefe Schicht eines andern wie eingekapselt vorgefunden habe (e').

An dem hintern Theile des Zungenrückens befinden sich keine wahren Balgdrüsen, wohl aber eine sehr geringe Zahl einzelnstehender, kugelrunder Follikel, die bald auf der Oberfläche der Schleimhaut, der es in dem Falle an Papillen fehlt, merklich hervorragen, bald tiefer in das lockere submucöse Bindegewebe eingebettet sind, von dem sie jedoch durch eine von der Schleimhaut ausgehende Lage kreisförmig gereihter Faserbündel abgegrenzt werden. Sie messen öfters 1—1½ Mm. im Durchschnitt und sind, jeder für sich, mit einem Netze stärkerer Gefässe umgeben, aus denen sich Haargefässe in ihr Inneres begeben. Ausnahmsweise liegen sie dicht an einander und können sogar mit einander verschmelzen. Die zunächst liegenden Drüsengänge schlängeln sich

1) l. c. S. 143.

rings um die Follikel und münden dicht neben ihnen auf der Oberfläche; jedoch glaube ich einmal in einem Follikel eine kleine mit Epithel ausgekleidete Höhle gesehen zu haben, deren punktförmige Oeffnung sich in der Mitte seiner Oberfläche befand. — Die traubenförmigen Drüsen sind in der ganzen Zungenwurzel sehr zahlreich und gross.

An dem unteren Theile des Randes des Kehldeckels befindet sich an jeder Seite eine auf der Oberfläche stark hervorragende Gruppe grosser, runder Follikel, die zugleich mit der bald spärlicheren, bald reichlicheren Zwischensubstanz in jeglicher Beziehung mit denen der Tonsillen übereinstimmt. Die Drüsengänge münden auf der Oberfläche zwischen den Follikeln.

Die Pharynxtonsille verhält sich bei der Katze ganz wie bei den beiden vorigen Thieren; nur liegen die Follikel zuweilen in einer doppelten Schicht, und im Allgemeinen sieht man hinter dem Organe einzelne Follikel völlig abgesondert. Die traubenförmigen Drüsen sind ziemlich zahlreich.

In einem Falle gewahrte ich zwischen den tiefsten Follikeln eine durch eine feste bindegewebige Haut vollkommen abgeschlossene Blase von ungefähr 1 Mm. im Durchschnitte, die inwendig mit einer einfachen Lage grosser, breiter Flimmerzellen ausgekleidet und mit einem zusammengeballten Inhalte gefüllt war, der beim Auspinseln grösstentheils verloren ging, mir jedoch aus losgestossen zerfallenden Epithelialzellen zu bestehen schien; diese Blase erinnerte in auffallender Weise an die von *Remak*[1]) beschriebenen Wimperblasen, die er unter andern Orten auch als gestielte Anhängsel an der Thymusdrüse der Katze gesehen hat.

Die Tonsillenhöhle des Igels, (Taf. XIV, Fig. 16) bildet eine ziemlich tiefe, senkrechte Spalte ohne Nebenhöhlen; ihre vordere Lippe ist etwas hervorstehend. In der vordern Wand und unter dem Boden der Höhle befindet sich eine $\frac{1}{2}$—1 Mm. dicke Lage folliculäres Drüsengewebe, das auf gewöhnliche Art in der Tiefe begrenzt und mit Blutgefässen reichlich versehen ist; ausser den gefässärmern Stellen, die sich leichter als die übrige Masse auspinseln lassen, bemerkt man einzelne runde, deutlich begrenzte Follikel, die nur Haargefässe und ein sehr weitmaschiges Fasernetz mit gedehnten, wenig verzweigten Balken enthalten. Die Drüsenmasse ist mit einem etwas dünnern Plattenepithel als der übrige Theil der Wand der Höhle bekleidet und hat auf ihrer Oberfläche keine Schleimhautpapillen, während diese in der nächsten Umgegend sogar sehr gross sind. — Die traubenförmigen Drüsen liegen unter dem ganzen Organ und um dasselbe herum dicht angehäuft: ihre Ausführungsgänge münden in grosser Zahl auf die Oberfläche rings um die Tonsille, einzelne wahrscheinlich auch in die Höhle. — Sowohl an der Zungenwurzel als auch im Schlundgewölbe münden die Drüsengänge

1) *Müller*'s Archiv 1843, 1854.

mit engen Oeffnungen auf der ebenen Oberfläche; weder hier noch dort habe ich Follikel, noch eine formlose Infiltration der Schleimhaut wahrgenommen.

An einer Fledermaus (Vesp. aurita) bildete die vordere Lippe der kleinen, spaltenförmigen Tonsillen eine verhältnissmässig sehr bedeutende Hervorragung in der Schlundenge und war gänzlich mit folliculärem Drüsengewebe besetzt. Ob darin Spuren von begrenzten Follikeln zu finden waren, vermochte ich nicht zu entscheiden. Das Organ war mit einer grossen Menge traubenförmiger Drüsen umgeben.

Es ist bereits von *Kölliker* hervorgehoben worden, dass die Krankheiten, denen die Tonsillen und Zungenbalgdrüsen beim Menschen so häufig unterworfen sind, öfters bleibende Spuren hinterlassen, so dass es schon aus dem Grunde mit grösseren Schwierigkeiten verknüpft ist, hier zur Klarheit über den normalen Bau dieser Organe zu gelangen; spätere Untersuchungen thun auch zur Genüge dar, welch ein unzuverlässiges Resultat daraus entstehen würde, wollte man einzig und allein aus beobachteten Verhältnissen beim Menschen die allgemein gültigen Gesetze herleiten. Es tritt indessen noch ein Umstand hinzu, der ebenso wenig ausser Acht gelassen werden darf, der nämlich, dass während man bei Untersuchungen an Thieren sich in der Regel nur mit solchen befasst, die ohne vorhergehende Krankheit einen plötzlichen Tod erlitten haben, das Entgegengesetzte meistens der Fall ist, wenn man einen menschlichen Leichnam untersucht; in dem einen Falle holt man seinen Stoff von einem wohlgenährten Körper her, in dem andern gemeiniglich von einem abgemagerten und ausgezehrten. Es ist einleuchtend, dass dies, namentlich zur Beurtheilung solcher Organe, von denen angenommen wird, dass sie in einem gewissen Verhältnisse zur Ernährung im Ganzen stehen, durchaus berücksichtigt zu werden verdient, und wenn man gleich einerseits voraussetzen mag, dass die Organe, nachdem sie unmittelbar von einer vorübergehenden Krankheit angegriffen gewesen, in den meisten Fällen aber nach kürzerer oder längerer Zeit den früheren Bau wieder errungen haben werden, so darf man doch andrerseits nicht mit Zuverlässigkeit gewärtig sein, sie in dem völligen normalen Zustande da anzutreffen, wo der ganze Organismus leidend gewesen ist. Man findet demnach auch in der That sehr oft, dass sowohl Tonsillen als auch Balgdrüsen von den normalen Verhältnissen, wie sich diese in dem kräftigen nicht ausgezehrten Körper nachweisen lassen, in merklichem Grade abweichen, obschon nicht die geringste Spur vorhanden ist, dass irgend eine locale Krankheit unmittelbar auf sie eingewirkt hat. Wenn man sie häufiger bei Kindern als bei Erwachsenen normal antrifft, so mag dies vielleicht einem grossen Theile nach gerade darin begründet sein, dass die erstern öfters schnell verlaufenden Krankheiten unterliegen, die einen noch fleischigen und wohl genährten Körper hinterlassen. Und solche sind es, die man untersuchen muss, um ein Bild vom Bau der

Organe entwerfen zu können, das als Typus des normalen Zustandes zu gelten Anspruch machen darf; in dem einen Falle, in dem ausdrücklich bemerkt wird, dass der Tod plötzlich herbeigeführt worden war, nämlich in den von *Kölliker*[1]) an einem Selbstmörder angestellten Untersuchungen, fanden sich gerade in den Tonsillen sehr deutliche Follikel. — Die (Taf. XV, Fig. 4 u. 5) abgebildeten Tonsillen und Balgdrüsen sind die eines Mannes in seinem kräftigsten Alter, der eines gewaltsamen Todes plötzlich gestorben war; sie zeigten den Bau vorzüglich ausgeprägt, der sich aus meinen an verschiedenen Leichnamen angestellten Untersuchungen als der wirklich normale ergab, wo die genannten Organe ihre völlige Entwickelung erreicht haben.

Ich werde natürlicherweise nicht bei der Beschreibung der wohlbekannten äusseren Form der Tonsille verweilen, ich werde nur auf eine Ordnung der Höhlen aufmerksam machen, die wenigstens sehr oft vorkommt, so nämlich dass eine Zahl derselben sich zu einer Reihe grösserer, länglicher Mündungen oder zuweilen sogar zu einer einzelnen spaltenförmigen Grube vereint, die in einigem Abstande von und parallel mit dem hintersten Rande des Organs liegt, so dass ein Querschnitt durch dasselbe einige Aehnlichkeit mit der zweilippigen Form erhält, die es bei gewissen Thiergattungen darbietet. Oft liegen in der nächsten Umgegend der Tonsille einzelne losgerissene kleine Höhlen, die mit dem angehörigen Drüsengewebe ganz das Aussehen der Balgdrüsen der Zungenwurzel haben (Fig. 4 A). Von Schleimhautpapillen fand ich in den Höhlen der abgebildeten Tonsille nur schwache Spuren, während sie auf der Oberfläche wohl entwickelt waren; dagegen habe ich sie in hypertrophischen Tonsillen eines Kindes sogar ausserordentlich stark ganz in den Boden der Höhlen hinein wahrgenommen, und hält man die unter einander abweichenden Resultate vieler früheren Untersuchungen an einander, so scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, dass in dieser übrigens minder wesentlichen Beziehung individuellen Verschiedenheiten ein weiter Spielraum offen gelassen ist. Gruppen traubenförmiger Drüsen, deren Ausführungsgänge theils in die Höhlen theils auf die freie Oberfläche münden, liegen rings um die Tonsille und unter ihr, bald dicht an ihrer Kapsel, bald zwischen die zusammengeflochtenen Muskelbündel eingesprengt, die nur durch eine dünne Lage lockeren Bindegewebes von dieser geschieden werden und sogar einzelne losgerissene Bündelchen nebst den Verlängerungen derselben zwischen die Lappen hineinsenden. — Unter dem Plattenepithel werden die Wände der Höhlen von einer 1—1½ Mm. dicken Lage folliculären Drüsengewebes gebildet, worin die zahlreichen Follikel nach einem schwachen Druck oder einer leichten Ausspülung sich sehr deutlich als rundliche Vertiefungen auf der Schnittfläche zeigen, bald dicht an einander, bald durch breitere Balken geschieden.

1) Würzburg. Verhandl. Bd. IV. S. 60.

Ihre Grösse entspricht im Ganzen der von *Kölliker* angegebenen, von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{2}$ Mm. im Durchschnitt, am häufigsten das letztere; jedoch fand ich einzelne Male, dass sie dieses Maass auch nicht unbedeutend überstiegen. Die kleinsten trifft man zuweilen tief gegen die Kapsel hinaus; übrigens liegen sie aber ziemlich regelmässig in einer einfachen Schicht um die Höhle herum gereihet. Die Begrenzung der Follikel geschieht, wie wir es schon oft gesehen haben, durch eine Zusammendrängung und Verdichtung des Netzes im Umkreise; sie ist öfters sehr scharf und deutlich und zwar, wie es mir zuverlässig erschien, besonders um die grössern Follikel, während man häufiger die ganz kleinen mehr unvollkommen von der Zwischensubstanz abgeschlossen antrifft. Dann und wann sieht man ein einzelnes grösseres Blutgefäss durch einen Follikel gehen, ohne demselben eigentlich anzugehören; dies ist aber auch hier nur eine seltenere Ausnahme; in der Regel sind die Follikel bloss mit einem mehr oder minder spärlichen Haargefässnetze versehen. Die Interfollicularsubstanz besteht auch beim Menschen durchgängig aus Drüsengewebe und lässt sich durch Auspinseln von der Kapsel an bis an die Oberfläche der Schleimhaut von ihren Lymphkörperchen befreien, so dass nichts anderes übrig bleibt als die Gefässe und das Fasernetz, das stärker als dasjenige ist, das die Follikel umspinnt. Hin und wieder findet man die Wand einzelner Höhlen in einiger Ausdehnung nur aus einförmigem Drüsengewebe ohne einen einzigen Follikel bestehend; sie ist in solchem Falle dünner als sonst.

Die äussere Form und die Ordnung der Zungenbalgdrüsen anbelangend, kann ich durchgängig auf die von *Kölliker*[1]) mitgetheilte Beschreibung verweisen. *Gauster*[2]) zufolge soll *Kölliker*'s Abbildung einer durchschnittenen Drüse zu viele Follikel zeigen, indem er selbst selten mehr als 5—6 solcher in einer Balgdrüse will gefunden haben; vermuthlich ist damit nicht »in der ganzen Drüse«, sondern nur »an den einzelnen Schnitten« gemeint; jedoch selbst in diesem Falle glaube ich, dass die Mittelzahl ziemlich niedrig angeschlagen sein möchte; ich habe wenigstens selten weniger, häufiger mehr als die angeführte Zahl angetroffen (Fig. 5). Es wird aber schwer halten, in dieser Beziehung irgend eine Regel aufzustellen, — es finden zu viele individuelle Verschiedenheiten statt. Die Höhle der Drüsen ist bald trichterförmig, bald in der Tiefe bedeutend erweitert, mit einer engern Mündung, ganz so, wie sie auf *Kölliker*'s Zeichnung dargestellt ist. Durch einen senkrechten Schnitt durch eine derartig geformte Drüse kann man die Höhle öffnen, ohne ihre Mündung zu treffen; geht der Schnitt durch das Epithel der letztern, so hat man ein Bild, das genau der von *Boettcher*[3]) mitgetheilten Zeichnung entspricht, die als Beispiel dienen soll, dass die Höhle durch eine zu-

1) Gewebelehre S. 375.
2) l. c. S. 499.
3) l. c. S. 206. Fig. 2.

nehmende Zusammenschnürung der Mündung zuletzt gänzlich von der Oberfläche abgeschlossen werden kann. Damit soll indessen nur gesagt sein, dass die angeführte Zeichnung an und für sich dieses nicht beweist; ich glaube jedoch, dass eine solche Abschliessung, von der ich nie Spuren gesehen, nur äusserst selten vorkommt, und sie muss alsdann ganz gewiss als krankhaft oder als reine Abnormität betrachtet werden. — Die Ausführungsgänge der traubenförmigen Drüsen öffnen sich häufig näher an der Mündung als an dem Boden der Höhlen. Schleimhautpapillen habe ich einige Male im Boden der Höhle wahrgenommen, besonders grosse jedoch nicht; auf der Oberfläche einer Drüse traf ich sie einmal zum grossen Theil von Lymphkörperchen durchsetzt (Taf. XV, Fig. 9). Die Follikel und die Zwischensubstanz sind ganz wie in den Tonsillen gebaut; zuweilen verschmelzen zwei benachbarte Follikel einer Drüse unter einander. — Wo die Balgdrüsen dicht an einander gedrängt liegen, findet man hin und wieder das Drüsengewebe nur auf der einen Seite der Höhle, während die entgegengesetzte dünne Wand von einer unveränderten Schleimhaut gebildet wird. Auch die am dichtesten zusammengehäuften Drüsen sind stets durch freie bindegewebige Balken von einander geschieden.

Aus den Untersuchungen *Huxley*'s[1], *Gerlach*'s[2], *Billroth*'s[3]) und Andrer geht es genügend hervor, dass man weder in den Tonsillen noch in den Zungenbalgdrüsen die Follikel stets deutlich ausgeprägt findet, und bin ich, wie bereits oben angedeutet worden, weit entfernt, diesem Einspruch thun zu wollen. An einem 30—40jährigen Manne, der an der Lungenschwindsucht gestorben war, fand ich sowohl die Tonsillen als auch die zahlreichen Balgdrüsen verhältnissmässig klein, ungemein hart und trocken; die Drüsenmasse in den Wandungen der Höhlen besass nur eine geringe Dicke und zeigte durchaus keine Follikel, sondern bestand ausschliesslich aus einer begrenzten einförmigen Infiltration von Lymphkörperchen in einem zähen gefässhaltigen Bindegewebe, aus dem es mir nicht gelingen wollte sie auszupinseln. Es war jedoch nicht das geringste Anzeichen da, dass diese Organe selbst unmittelbar von irgend einer Krankheit angegriffen gewesen waren; sie befanden sich in einem atrophischen Zustande, der meinem Ermessen nach am füglichsten mit der starken Auszehrung des ganzen Körpers in Verbindung zu setzen ist. Durch den Vergleich der Leichname zweier Kinder gleichen Alters gelang es mir eine dem ganz entsprechende Beobachtung zu machen, indem das Drüsengewebe bei dem einen, das sehr abgemagert war, weit weniger entwickelt war als bei dem andern, kräftigeren, und ich verweise ausserdem noch auf den einen von *Boettcher*[4])

1) Quarterly Journal of microscop. science Vol. II. p. 74.
2) Handbuch S. 297.
3) l. c. S. 433.
4) l. c. S. 190.

angeführten Fall, in welchem er bei einem 16jährigen Mädchen, das an Tuberculose gestorben war, keine Follikel, sondern nur eine spärliche Infiltration von Lymphkörperchen rings um die Höhlen der Balgdrüsen wahrnahm, während die Zungenschleimhaut ausdrücklich gesund angegeben wird. Es ist bisher nirgends nachgewiesen worden, dass das folliculäre Drüsengewebe beim Menschen nach dem zarten Kindesalter gänzlich fehlen kann; sollte man dies auch möglicherweise in einem einzelnen Falle wahrnehmen, was ich jedoch bezweifle, so wäre man nicht unbedingt berechtigt, daraus den Schluss zu ziehen, dass es nicht früher dagewesen sei, ebenso wenig als man immer voraussetzen darf, dass nicht früher wohl entwickelte Follikel da gewesen, weil man in dem abgemagerten Körper nur die einförmige Lymphinfiltration gewahrt.

Bei Neugeborenen und noch einige Zeit nach der Geburt, vielleicht das ganze erste Lebensjahr, haben indessen die Tonsillen, so weit ich es beobachtet habe, noch nicht ihre völlige Entwicklung erreicht, und der oben angeführte Satz, dass man bei Kindern öfter als bei Erwachsenen deutliche Follikel antrifft, scheint mir im Ganzen nur für solche zu gelten, die über jene Zeit hinaus gelebt haben; am ganz jungen Kinde habe ich nie etwas Anderes als eine dünne Lage einförmiger Lymphinfiltration in der Wandung der Höhle wahrnehmen können, und zwar höchstens mit einzelnen undeutlich begrenzten Flecken als Spuren entstehender Follikel. — Noch später scheint meinen Beobachtungen zufolge die Entwickelung des Drüsengewebes in den Zungenbalgdrüsen statt zu finden, und ich habe in mehreren Beziehungen das bestätigt gefunden, was *Boettcher* über das Verhalten der letztern beim neugebornen Kinde angegeben hat. Die Ausführungsgänge der traubenförmigen Drüsen öffnen sich in engen trichterförmigen Grübchen, deren feine Mündungen mit einem leicht erhabenen, ringförmigen Wall umgeben sind, welcher sich durch grosse Schleimhautpapillen und ein dickeres Epithel auszeichnet, als man auf der Zungenoberfläche zwischen ihnen findet; die Grube selbst besitzt dagegen noch keine Papillen oder höchstens nur schwache Spuren solcher, und einzig durch ihr Plattenepithel zeigt sie, dass sie nicht bloss eine einfache Erweiterung des mit Cylinderepithel ausgekleideten Drüsenganges sei. Da indessen auf dieser Stufe noch keine Lymphinfiltration der Wandung der Höhle vorgefunden wird, so kann die ringförmige Erhebung nicht, wie *Boettcher*[1]) es meint, eine Folge derselben sein; sie ist von einer besondern Entwickelung des Gewebes der Schleimhaut bedingt, welche der Bildung der Lymphkörperchen vorangeht und dieselbe einleitet, und die ihrerseits zweifelsohne, im Gegensatze zu *Boettcher*'s Voraussetzung, vor dem Schlusse des Embryonallebens eingetreten ist. Auch bei dem neugebornen Kinde machen die Drüsengänge zahlreiche Buchtungen, ehe sie in die Gruben oder auf die Oberfläche zwischen

1) l. c. S. 207.

ihnen münden. Die ersten Spuren des folliculären Drüsengewebes offenbaren sich, so wie später näher nachgewiesen werden soll, als mehr oder minder zusammenfliessende Gruppen von Lymphkörperchen, die in die Wandungen der Höhlen eingesprengt sind, und in dieser Form habe ich es etliche Male bei nur einige Wochen alten Kindern wahrgenommen; bei einem fünfjährigen Kinde dagegen, dessen Tonsillen völlig entwickelt waren, fand ich um einige Höhlen der Zungenbalgdrüsen noch gar keine Lymphkörperchen, um andere eine mehr oder minder scharf begrenzte Infiltration, und nur in einzelnen Drüsen zeigten sich undeutliche Follikel in sehr geringer Zahl.

Im Gegensatze zu dem, was oben als Resultat mehrerer Untersuchungen an neugebornen Kindern mitgetheilt worden, sollen nach *Kölliker*'s[1]) Aussage sowohl Tonsillen als auch Zungenbalgdrüsen bei Neugebornen und reifen Embryonen in der Regel deutliche Follikel besitzen; es scheint demnach, dass rücksichtlich des Zeitpunktes für die stärkere Entfaltung des Drüsengewebes nicht unbedeutende individuelle Verschiedenheiten stattfinden können — ein Umstand, der jedoch nicht mehr befremdet als der Mangel an bestimmter Regel bezüglich der Zeit, in der ein naheverwandtes Organ, die Thymus, zu schwinden anfängt, und aus dem man offenbar nicht mit Recht einen Grund für die Meinung herleiten kann, dass das Gewebe nur eine krankhafte Neubildung sei.

Die Pharynxtonsille (Taf. XV, Fig. 1. 2 u. 3) nimmt beim Menschen den gewöhnlichen Platz zwischen den beiden Mündungen der Eustachischen Röhren (Fig. 1 *L.*), unmittelbar hinter dem Gewölbe der Nasenhöhle ein, von der sie durch eine oder zwei flache Kreisfurchen (*Q*) abgegrenzt wird; ihr hinterer Rand ist meistens ziemlich deutlich gezeichnet, über die glatte hintere Wand des Schlundes erhaben. Die ganze querlängliche Platte hat auf jeder Seite der Mittellinie 3—4 tiefe, mehr oder minder regelmässig gebogene Längsfurchen (Fig. 1 *O*, 2 *G*), die durch hervorragende Falten der Schleimhaut von einander geschieden werden. Auf der Oberfläche sieht man zerstreute Mündungen traubiger Drüsen und ausserdem, namentlich im Boden der Furchen, eine unbestimmte Zahl grösserer und kleinerer sackförmiger Gruben, die wiederum eine grosse Menge Drüsengänge aufnehmen. Die zwei zu äusserst gelegenen breiteren Furchen mit ihren sehr weiten, oft zusammenfliessenden Gruben (Fig. 1 *M*, 2 *F*) liegen in den seitlichen Ausbuchtungen (Recessus) des Schlundes und sind allgemein unter dem Namen der Schlundgruben (Foveae pharyngis) bekannt. Einzelne kleinere Schleimgruben finden sich ausserdem zwischen den ausserordentlich dichtgesäeten Drüsenmündungen (Fig. 1 *P*) gestreut, welche den vordersten Theil der Seitenwand des Schlundes einnehmen und sich bis zu gleicher Höhe mit dem unteren Ende der Tonsille hinaberstrecken. — Uebrigens scheint das äussere

1) Entwickelungsgeschichte S. 358.

Aussehen des Organs, das bereits von *Arnold*[1]) mit dem der Tonsillen verglichen worden, verschiedene Abweichungen darzubieten; in der Regel findet man jedoch die hier beschriebene und abgebildete Form, die ich in jedem Falle als die gewöhnliche angeben zu können glaube, mehr oder minder deutlich ausgesprochen; nur sind bei dem erwachsenen Menschen die Längsfurchen oft weniger deutlich als beim Kinde, während umgekehrt bei diesem die sackförmigen Schleimgruben mehrere Male kleiner als bei jenem sind, im frühesten Alter sogar grösstentheils dem Anscheine nach bloss schwache Erweiterungen der Mündungen der Drüsengänge.

An frischen Präparaten unterscheidet sich die Pharynxtonsille von der übrigen Schlundwand durch ihr schwammiges Aussehen und eine hellere, graugelbe Farbe, die von dem folliculären Drüsengewebe herrührt, in welches die Schleimhaut in der ganzen Ausdehnung des Organes umgewandelt ist. Jeder Schnitt trifft zahlreiche Follikel (Fig. 1, 2 *e*), deren Grösse zuweilen bis 1 Mm. im Durchschnitt steigt, und die gewöhnlicherweise bald weniger deutlich begrenzt, bald mit einem schärfern, dunkeln Rande umgeben sind. Oft hat es den Anschein, als wären sie in mehreren Reihen unter einander gelagert, es ist aber, wegen der mannichfaltigen Unebenheiten der Oberfläche, schwer zu entscheiden, in wie weit dies wirklich der Fall ist; in der Regel glaube ich, dass sie nur eine einfache Lage um jede Furche oder Grube in der Schleimhaut bilden. Die reichliche Interfolliculärsubstanz (Fig. 2, 3 *d*), die von den Ausführungsgängen der traubigen Drüsen durchbohrt wird, verhält sich ganz wie wir sie bisher überall wahrgenommen haben. In ihrer oberflächlichen Schicht, dicht unter dem Epithelium[2]) trifft man oft die Lymphkörperchen weniger dicht angehäuft, zwischen den dickeren, mehr gestreckten Bindegewebsbündeln gereihet, und dasselbe Verhalten wiederholt sich in der Tiefe, wo man jedoch zuletzt eine Schicht dichtfaserigen freien Bindegewebes mit elastischen Fasern durchflochten findet; die Verlängerungen (Fig. 3 *c'*), welche davon in die Mitte der einzelnen Schleimhautfalten hinein gesandt werden, zeigen sich ihrerseits bald

1) Handb. d. Anat. 2. Bd. S. 66.

2) Es heisst im Allgemeinen, dass der obere Theil des Schlundes von einer Fortsetzung des Flimmerepithels der Nasenhöhle bekleidet sei, während das Plattenepithel nur dem Theile angehöre, der beim Hinunterschlucken von den Nahrungsmitteln passirt werde; dies ist aber, was den Menschen anbelangt, nicht genau: Ein Plattenepithelium mit sehr grossen Zellen, durchaus wie in dem tiefst gelegenen Theile des Schlundes, erstreckt sich bis ganz an den hintern Rand der Pharynxtonsille hin, und an dem hintern Theile dieses Organes habe ich bis jetzt immer die oberflächlichen Zellen ganz flach und ohne Spur von Flimmerhaaren angetroffen; an dem vordern Theile des Organs und um die Mündungen der Eustachischen Röhren tritt erst das Flimmerepithelium auf. — Die Schleimhautpapillen fehlen wie gewöhnlich im Schlundgewölbe, erscheinen aber dicht unter dem Rande der Pharynxtonsille. — Die Bläschen und Ausführungsgänge der traubigen Drüsen haben beim Menschen sowie bei den Thieren ein Cylinderepithel.

gänzlich von Lymphkörperchen frei, bald mehr oder minder damit eingesprengt. — Die Ausstattung mit Blutgefässen ist sowohl in den Follikeln als auch in der Zwischensubstanz durchaus die gewöhnliche, und wird daher hier an diesem Orte nicht näher besprochen werden. — Hinter dem Rande der Hauptdrüsenmasse findet man oft vollkommen abgesonderte, einzelnstehende Follikel. Um die einzelnen grössern Gruben, die weiter abwärts an der Seitenwand des Schlundes gelagert sind, sieht man zuweilen eine ganze Schicht Drüsengewebe wie in den Balgdrüsen der Zungenwurzel; an einem erwachsenen Mann sah ich einmal im tiefsten Theile des Schlundes, an jeder Seite des Kehlkopfseinganges eine Gruppe von 4—5, mit trichterförmigen Höhlen versehenen, völlig entwickelten Balgdrüsen. — Die traubigen Drüsen (Fig. 2 *f*) sind unter der ganzen Pharynxtonsille, besonders unter den grossen Seitengruben überaus gross, in einer mehrere Mm. dicken Lage dicht angehäuft, in das lockere, submucöse Bindegewebe eingehüllt.

An einem nicht völlig ausgetragenen, elend ernährten Kinde fand ich kein folliculäres Gewebe in der Pharynxtonsille, sondern dagegen ein verdicktes Epithel an und zwischen den sehr kennbaren, wenn gleich nur wenig hervorstehenden Falten der Schleimhaut; übrigens habe ich in Uebereinstimmung mit *Kölliker*'s [1]) Beobachtungen bei Neugebornen stets eine verhältnissmässig dicke Lage Drüsensubstanz wahrgenommen, öfters mit mehr oder minder deutlichen Spuren von Follikeln, und im Allgemeinen ist das Organ schon kurze Zeit nach der Geburt vollkommen entwickelt, ehe sich noch deutliche Follikel in den Tonsillen gebildet haben. Im Ganzen ist es bei diesem Organe in hohem Grade der Fall, dass es sich weit leichter und besser an Kindern als an Erwachsenen untersuchen lässt, bei denen man es vielleicht noch häufiger als Tonsillen und Balgdrüsen auf verschiedene Weise krankhaft verändert vorfindet. Die Möglichkeit dessen, dass die bekannten Retropharyngealabscesse in einem gewissen Verhältnisse zur Pharynxtonsille stehen können, will ich hier nur andeuten.

Bezüglich der ersten Bildung und Entwickelung der Tonsillen hat *Kölliker* [1]) nachgewiesen, dass sie beim Menschen im vierten Monate des Embryonallebens als einfache spaltenförmige Ausbuchtungen der Schleimhaut auftreten, dass sie im fünften Monat mit kleinen Nebenhöhlen versehen, und dass ihre Wände nun schon bedeutend verdickt sind, indem eine reichliche, einförmig ausgebreitete Ablagerung von »zelligen Elementen« im Bindegewebe der Schleimhaut vorgegangen ist, und schliesslich dass einen Monat später noch nicht deutliche Spuren von Follikeln anzutreffen sind. Die Zungenbalgdrüsen entstehen diesem Verfasser zu-

1) Entwickelungsgesch. S. 358.

folge auf ähnliche Art und Weise, nur dass hier die Schleimhautaussackung aus ihrem Grunde zugleich eine gewöhnliche traubenförmige Drüse entwickelt. — Die wenigen Beobachtungen, die ich in dieser Beziehung gemacht habe, beschränken sich hauptsächlich einzig auf die Tonsillen und schliessen sich, was diese betrifft, genau an das von *Kölliker* entworfene Bild an, zu dessen Ergänzung sie jedoch vielleicht in gewissen Beziehungen beitragen können. An einem drei Zoll langen Rindsembryo (Taf. XV, Fig. 6) gewahrte man die Mündung der Tonsillenhöhle (*D*) als eine kleine trichterförmige Vertiefung in dem scharfen Winkel zwischen der Zungenwurzel (*B*) und dem Gaumensegel (*A*). Der von da ausgehende enge Schlauch löste sich bald in eine Zahl kurzer, abgestumpfter, leicht erweiterter Blindschläuche (*E*) auf, die zusammen einen dichten Busch bildeten, dessen längster Durchschnitt etwas über 1 Mm. betrug. Das ungefähr 0,02 Mm. dicke Epithel mitgerechnet massen die weitesten Schläuche noch nicht 0,1 Mm. im Durchschnitt. Das ganze Organ war von einem reichen, stark bluterfüllten Gefässnetz umgeben, aus dem kleinere Aeste in die schmalen Scheidewände zwischen den Schläuchen hineindrangen; die grössern Stämme hatten eine Weite von 0,025—0,07 Mm., ein Maass, das mehrere Male den Durchschnitt der Gefässe übertraf, die in der nächsten Umgegend in einer entsprechenden Tiefe unter der Oberfläche der Schleimhaut vorgefunden wurden. Von traubenförmigen Drüsen gelang es mir nicht um die Tonsille herum deutliche Spuren zu finden, während ich sie im Schlundgewölbe in bedeutender Zahl als halbrunde oder kolbenförmige, nicht hohle Verlängerungen des Epitheliums wahrnahm, der Beschreibung *Kölliker*'s[1]) von den ersten Anlagen zu den Schleimdrüsen der Mund- und Schlundhöhle gänzlich entsprechend.

An einem sieben Zoll langen Embryo (Taf. XV, Fig. 7) hatte die Mündung der Tonsillenhöhle eine ansehnliche Weite, und ihre Verästelung (*A*) war in so fern vollkommen entwickelt, als die bleibenden kleinsten Gänge schon als kürzere oder längere blindschlauchförmige Aussackungen, von 0,06—0,1 Mm. im Durchschnitt, das Epithelium mitgerechnet, auftraten. Die zahlreichen anhangenden traubenförmigen Drüsen (*B*, *C*, *D*) gingen nur von den grösseren Verzweigungen der Höhle, niemals von den kleinsten Gängen derselben aus; ihre höchstens 1 Mm. langen, leicht buchtigen Ausführungsgänge hatten ganz nahe an der Tonsillenhöhle eine Dicke von 0,03 Mm., schwollen aber in der Tiefe allmählich zu dem doppelten Maasse an (*D*) und lösten sich zuletzt in eine geringe Zahl kurzgestielter Beeren oder Knospen auf von ungefähr 0,08 Mm. im Durchschnitt, die zwischen den Muskeln oder in das die Tonsille umgebende Bindegewebe (*C*, *D*) eingebettet lagen. Der dickste Theil der Ausführungsgänge war sichtbar hohl; in ihrem schmalen Halse

1) Entwickelungsgesch. S. 357.

verschwand jedoch allmählich der an keiner Stelle mehr als 0,01—0,02 Mm. breite, dunkle Streifen, der die Lichtung andeutete.

An einem zehn Zoll langen Rindsembryo hatte der ganze gesammelte Busch der Verzweigungen der Höhle einen Durchschnitt von fast 2½ Mm. Die traubenförmigen Drüsen bestanden aus zahlreichen, dicht angehäuften runden Beerchen von ungefähr 0,05 Mm. im Durchschnitt, vermuthlich durch Auswachsung und Theilung der oben erwähnten grösseren Knospen entstanden, die wohl also jede für sich einen einzelnen Lappen der ganzen Drüse angedeutet haben.

Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, was ja auch bereits vorher zuverlässig aus den bei dem ausgewachsenen Thiere stattfindenden Verhältnissen zu schliessen war, dass sich auch aus der Höhle der Tonsille traubenförmige Drüsen ganz auf dieselbe Art und Weise entwickeln, auf die sie sich aus dem Epithel der Oberfläche bilden. Die ersten Anlagen zu diesen Drüsen schreiben sich von einer Zeit her, in der die Tonsillenhöhle noch nicht ihre völlige Verzweigung erreicht hat, und daher rührt es, dass ihre Ausführungsgänge bei dem ausgewachsenen Thiere sich nicht in die letzten und kleinsten Gänge der Höhle ergiessen können.

An keinem der erwähnten drei Embryonen sah man Lymphkörperchen in den Wandungen der Höhle; aber gleichwohl war, besonders an dem ältesten derselben hervortretend, ein deutlicher Unterschied da zwischen dem die Höhlen zunächst umgebenden Gewebe und demjenigen, das unter diesen in grösserer Tiefe vorgefunden wurde. Während nämlich die traubenförmigen Drüsen und die grossen Gefässstämme, insofern sie nicht zwischen den Muskeln lagen, in ein Gewebe eingehüllt waren, das sich in keiner Beziehung von dem gewöhnlichen embryonalen losen Bindegewebe (Schleimgewebe) mit seinen bekannten runden oder geschwänzten und sternförmigen, unregelmässig eingestreuten Zellen unterschied, sah man dicht um die ganze Tonsille herum eine dunklere Schicht (Taf. XV, Fig. 7 *E*) dicht und fein parallelfaserigen Bindegewebes mit weit ausgezogenen, spindelförmigen Kernen; aber unmittelbar unter den einzelnen Höhlen und zwischen dieselben hinein nahm diese Lage wieder ein mehr homogenes Aussehen (*E'*) an und zeigte sich mit ausserordentlich zahlreichen Bindegewebszellen eingesprengt, die sich längs der tiefen Fläche des Epitheliums erstreckten. In dem submucösen Bindegewebe waren die in der Regel etwas länglichen Zellenkerne durchsichtig, fein punktirt, gewöhnlich mit einem oder mehreren grösseren, dunkeln Punkten versehen, und hatten durchschnittlich eine Länge von ungefähr 0,01 Mm., eine Breite von 0,0075 Mm.; dagegen hatten die Kerne der dicht unter dem Epithelium gelegenen Zellen grösstentheils weit dunklere Umrisse und überstiegen meistens nicht 0,005 Mm. an Länge, 0,003 Mm. an Breite. — Es ergiebt sich demnach, dass eine reichliche Entwickelung von Blutgefässen der Bildung des folliculären Drüsengewebes lange vorangeht, und dass sich auf einer verhältniss-

mässig noch frühen Stufe ein entschiedener Gegensatz zeigt zwischen dem lockern submucösen Bindegewebe und der oberflächlichen Schicht, welche Lymphkörperchen zu erzeugen ausersehen ist, indem namentlich die letztern sich durch eine viel schneller fortschreitende und weiter fortgesetzte Theilung der ursprünglichen Bindegewebszellen auszeichnet. — Bei dem ältesten Embryo gewahrte man noch rings um die Höhlen verschiedene Entwickelungsformen von Gefässen, in ihnen allen aber sah man gefärbte Blutkörperchen, die in den engsten Canälen oft eine weitgestreckte Säulenform annahmen; von Lymphgefässen gelang es mir trotz der sorgfältigsten Nachforschung nicht eine Spur anzutreffen, womit jedoch nicht die Vermuthung ausgesprochen sei, dass sich solche noch nicht zu bilden angefangen hätten.

An zwei Menschenembryonen von ungefähr 5 und 5½ Monaten fand ich die Tonsillen nur in den Grössenverhältnissen unbedeutend verschieden, übrigens aber in jeder Beziehung so vollkommen übereinstimmend, dass ich die aus beiden erlangten Resultate vereint mittheilen werde (Taf. XV, Fig. 8). — Die Tiefe der Höhlen betrug bis 1½ Mm.; ihre kleinsten Gänge, die zum Theil mit zusammengeballten Haufen losgestossener Epithelialzellen angefüllt waren, maassen im Durchschnitt ungefähr ¼ Mm. und waren mit einem 0,05 Mm. dicken Epithel (*B*) ausgekleidet. Von Schleimhautpapillen waren noch keine Spuren vorhanden, eben so wenig an und in den Tonsillen als in dem übrigen Theile der Mundhöhle. In der Wandung der Höhlen fand man unmittelbar unter dem Epithelium eine ⅕—½ Mm. dicke Lage Lymphkörperchen (*E*), die an dickeren Schnitten sich als eine dichte und einförmige Masse zeigten, während sie im Rande ganz dünner Schnitte in einem durchsichtigen Gewebe homogenen Aussehens gruppenweise vertheilt erschienen — eine Ordnung, die in der Tiefe der gesammten, nicht scharf begrenzten Infiltration noch mehr hervortrat. Es gelang mir nicht die Körner durch Auspinseln zu entfernen, ohne zugleich das zarte Gewebe zwischen ihnen zu zerstören. Die Lymphkörperchen hatten an beiden Embryonen, die in einer verdünnten Auflösung von chromsaurem Kali erhärtet waren, in einem seltnen Grade das Aussehen kugelrunder, farbloser Zellen mit einem centralen Kerne bewahrt; in den dichtern Anhäufungen wich ihr Durchschnitt nur sehr wenig von dem so gut als beständigen Maasse von 0,007 Mm., mit einem Kerne von 0,005 Mm. ab; in den kleinen, mehr zerstreuten Gruppen aber, die an der Grenze der Infiltration wahrgenommen wurden, habe ich einzelne zuweilen von der beinahe doppelten Grösse angetroffen. — Dicht unter der infiltrirten Schicht liegen zahlreiche Blutgefässstämme (*D*) von 0,05—0,1 Mm. im Durchschnitt, und unter diesen sind die Venen sowohl in Betreff der Zahl als der Grösse die weit überwiegenden. Die Aeste der Blutgefässe dringen, mehr oder weniger buchtig in die folliculäre Masse hinein, wo sie sich in ein Netz auflösen, das die ganze Dicke der letztern durchwebt

und vorzüglich in der Oberfläche, gerade unter dem Epithelium sehr fein und dicht ist. — Zwischen den Blutgefässstämmen winden sich deutliche Lymphgefässe, mit Körnern angefüllt, die in keiner Beziehung von jenen verschieden sind, die in das Gewebe der Schleimhaut eingesprengt sich finden; als kleinere Aeste, zuweilen nur eine einzelne Reihe Lymphkörperchen enthaltend, treten sie aus der dichten Infiltration heraus und vereinigen sich allmählich in grösseren Stämmen, die dem Laufe der Blutgefässe folgen, indem sie mit einer besondern Vorliebe sich dicht an die Wände der Venen zu schliessen scheinen; ihre grösste Weite betrug bei dem jüngern Embryo ungefähr 0,03, bei dem ältern 0,05 Mm. Hin und wieder hatten die Lymphgefässe, besonders die kleinsten, ein unregelmässiges Aussehen, waren bald erweitert, bald bedeutend eingeengt; aber irgend etwas den feinen gezackten Ausläufern Entsprechendes, die *Kölliker*[1]) an den Lymphhaargefässen im Schwanze der Froschlarven wahrgenommen und abgebildet hat, gelang es mir nicht zu finden; es muss jedoch bemerkt werden, dass die wahren Haargefässe innen in dem dicht infiltrirten Gewebe selbst zweifelsohne nachgesucht werden mussten, und hier war ich sie zu entdecken nicht im Stande. Wo die Lymphgefässe hie und da in einiger Ausdehnung von Körnern leer waren, hatten sie das Aussehen einfacher canalartiger Räume in dem umgebenden Bindegewebe, während sie, gefüllt, von einer feinen, scharf gezeichneten, dunkeln Linie begrenzt waren. In der Nähe der Infiltration bestand ihre Wand aus einer äusserst dünnen homogenen Haut mit einzelnen undeutlichen Spuren von Kernen, aber in einem der grössten, tiefer liegenden Stämme glaube ich ein unverkennbares Epithel mit den gewöhnlichen länglichen Zellenkernen wahrgenommen zu haben. — Ich bemerke noch, dass eine Verwechslung der beschriebenen Gefässe mit Blutgefässen nicht möglich war; bei dem einen Embryo waren die letztern nämlich allenthalben mit gefärbten Blutkörperchen angefüllt, die in ihrem ganzen Aussehen von den in die Schleimhaut infiltrirten, farblosen, kernhaltigen Lymphkörperchen äusserst verschieden waren, während die in den Lymphgefässen enthaltenen Zellen, wie bereits oben erwähnt worden, in jeglicher Beziehung mit diesen übereinstimmten; bei dem andern waren die Blutgefässe durch künstliche Einspritzung vollständig gefüllt, ohne dass die Injectionsmasse irgendwo in die Lymphgefässe hineindrang, und überdies waren auch hier die Blutkörperchen, die hie und da gruppenweise in den Gefässen zurückgeblieben waren, sehr leicht von den Lymphkörperchen zu unterscheiden. — Ich sehe es demnach für eine Thatsache an, nicht allein, dass sich schon im Embryonalleben Lymphkörperchen in den Tonsillen bilden, sondern auch, dass dieselben allmählich, wie sie erzeugt werden, durch ableitende Lymphgefässe in den Blutstrom hinübergeführt werden.

1) Gewebelehre S. 583. Fig. 305

Ich habe noch die Frage zu beantworten, wie die Lymphkörperchen von Anfang an entstehen, und die Vermuthung, die schon die Betrachtung der Verhältnisse bei den Rindsembryonen erregen musste, dass nämlich die ursprünglichen Bindegewebszellen der Schleimhaut in dieser Beziehung wesentlich betheiligt sind, habe ich bei der Untersuchung der zwei menschlichen Embryonen vollkommen bestätigt gefunden. In einigem Abstande von der dichten Lymphinfiltration gewahrte man auch bei diesen nur die gewöhnlichen embryonalen Bindegewebszellen (Taf. XVI, Fig. 7 *A*) in verschiedenen Entwickelungsformen in der klaren, farblosen, feingestreiften Grundsubstanz zerstreut; aber näher an die Grenze der Infiltration hin wurden die Zellen nach und nach zahlreicher und veränderten zugleich grossentheils in einem merklichen Grade ihre Form (*B*): die Ausläufer verschwanden, und die Zellenhäute oder die Zellenkörper erschienen deutlicher gezeichnet um die Kerne herum; diese wurden dunkler, kugelrund und nahmen mehr und mehr eine völlige Aehnlichkeit mit den Kernen der Lymphkörperchen an; hie und da lagen in den mehr langgestreckten Zellen zwei vollständig getrennte Kerne neben einander; einzelne Zellen erlangten eine sehr beträchtliche Grösse, maassen bis 0,023 Mm. in der Länge, 0,017 Mm. in der Breite, mit einem Kern von 0,0075 Mm. oder noch mehr im Durchschnitt, während andere ganz in der Nähe liegende Zellen nur eine Länge von 0,015 Mm., eine Breite von 0,01 Mm. besassen; schliesslich wurden die Zellen selbst mehr kugelrund, hatten eine den Kern dicht umschliessende Zellenhaut und konnten nun nicht mehr von wirklichen Lymphkörperchen (*C*) unterschieden werden. Nur selten sah man derartige runde Zellen, die alsdann gemeiniglich noch eine erhebliche Grösse hatten, vereinzelt in das Bindegewebe eingestreut; in der Regel fand man dagegen ihrer 2—3 oder mehrere in Gruppen oder Reihen dicht vereint, die, so wie man sich der dichten Infiltration näherte, immer an Zahl stiegen, bis sie zuletzt in die einförmige Masse zusammenflossen. Niemals sah ich derartige Gruppen von Lymphkörperchen mit einer gemeinschaftlichen Haut umgeben, die muthmaassen liesse, dass sie in einer Mutterzelle gebildet wären. — Es erwies sich indessen, dass der Uebergang zu Lymphkörperchen vorwaltend in unmittelbarer Nähe der Blutgefässe stattfand, und oft sah man ein Gefäss von solchen Körperchen dicht umlagert, während man in einigem Abstande davon nur die gewöhnlichen Bindegewebszellen gewahrte; dies galt jedoch für die kleineren Gefässe, die nicht über 0,02—0,03 Mm. im Durchschnitt massen, wohingegen ich in den deutlich faserigen Adventitien der grösseren Stämme niemals Lymphkörperchen wahrgenommen habe. Zwischen den Venen und Arterien schien in dieser Beziehung kein Unterschied statt zu finden; ich habe um eine Arterie herum, die im Lichten 0,0225 Mm. maass und eine 0,005 Mm. dicke Kreisfaserhaut besass, zahlreiche, reihenweise geordnete Lymphkörperchen (Taf. XVI Fig. 8) gesehen. Einmal sah ich mit Zuverlässigkeit ein Lymphgefäss

das bloss eine einfache Reihe von Körnern enthielt, aus dem dichten, rings um die Verästelung einer Vene gelegenen Haufen heraustreten, um dem Venenstamme in die Tiefe zu folgen, von demselben nur durch einen schmalen Balken faserigen Bindegewebes getrennt.

Aus diesen Beobachtungen glaube ich mit Recht den Schluss ziehen zu können, dass die ersten Lymphkörperchen in den Tonsillen des Embryo durch eine eigene Umbildung und fortgesetzte Theilung der Bindegewebszellen der Schleimhaut entstehen, und dass dieser Process von der unmittelbaren Nähe und dem Einfluss der kleineren Blutgefässe bedingt ist. — In Bezug auf die letzten Enden oder vielmehr Anfänge der Lymphgefässe scheint es mir sich als das Wahrscheinlichste herauszustellen, dass diejenigen Bindegewebsräume oder Maschen, welche die auf diese Weise erzeugten und freigewordenen Körner einschliessen, in unmittelbare Verbindung mit den sich gleichzeitig entwickelnden äussersten Verzweigungen der Gefässe treten.

Es sind jedoch durchaus nicht alle Bindegewebszellen in der betheiligten Gegend, die zur Bildung von Lymphkörperchen verwendet werden; denn man trifft noch deren leicht zu erkennenden, länglichen, blassen, feingekörnten Kerne zwischen den umgewandelten Zellen, zwischen den von einander getrennten Gruppen von Lymphkörperchen, ja sogar mitten in der dichtesten Infiltration, wo sie aber nur schwerlich in die Augen fallen, und es wird später nachgewiesen werden, dass sie noch bei schon längst ausgewachsenen Individuen, oder wahrscheinlich das ganze Leben hindurch sich als solche erhalten.

Ich will an diesem Orte noch einen Rückblick auf gewisse Einzelheiten der gleich nach der Geburt stattfindenden Verhältnisse thun, die im Vorhergehenden nicht näher besprochen worden sind, und die sich genau den oben entwickelten Sätzen anschliessen, deren Richtigkeit sie mir noch stärker zu belegen scheinen. An dem (S. 240) erwähnten ganz jungen Füllen befanden sich in den sehr deutlichen Fasern des lockern submucösen Bindegewebes unter der Tonsille viele langgestreckte spindelförmige Kerne, die oft nur als Verdickungen der Fasern selbst erschienen; aber gegen den Rand des folliculären Drüsengewebes hin veränderte das Bindegewebe sein Aussehen gänzlich; es ward einförmiger, fast unmerklich gestreift oder faserig und war sehr reichlich mit grossen, länglichen, blassen, feinkörnigen Kernen versehen, die man häufig längs der Wände der Blutgefässäste gereihet sah. Zwischen diesen Kernen traten nun unverkennbare Lymphkörperchen auf, öfters zwei oder mehrere dicht an einander gedrängt, und immer zahlreicher, je näher der Grenze der dichten Infiltration mit ihrem reichen Blutgefässnetz. — Beim neugebornen Kinde findet man sowohl was die Tonsille als die Pharynxtonsille anbelangt, eben dieselben Verhältnisse; die länglichen Kerne entsprechen genau denjenigen, die den Bindegewebszellen des Embryo angehören, und ich habe sie einzelne Male von kleinen Zellen-

körpern umgeben gesehen. Auch hier habe ich zuweilen am Rande der Infiltration einzelne Zellen wahrgenommen, deren Form und Aussehen gänzlich denen der Lymphkörperchen entsprach, deren Grösse aber das den letztern eigenthümliche Maass überstieg. Ferner liegen die Lymphkörperchen oft rings um die Blutgefässe dicht angehäuft, und an ausgepinselten Präparaten zeigen Querschnitte der Gefässe sich hin und wieder mit einem freien und offenen canalartigen Raume umgeben, der nur von einzelnen, von der Gefässwand ausgehenden, feinen Fasern durchzogen wird. — Auch in der Schleimhaut der Zungenwurzel bemerkt man bei dem neugeborenen oder noch ganz jungen Kinde dicht unter dem Epithelium der Zungenbläschen eine reichliche Entwickelung von Blutgefässen, und zwischen diesen gewahrt man in dem feingestreiften Gewebe sehr zahlreiche Zellenkerne verschiedener Grössen und Formen, bald länglich, blass und gekörnt, bald rund, dunkler gezeichnet, zwei oder mehrere gerade neben einander, und es ist oft schwer oder gar unmöglich zu entscheiden, ob man wirkliche Lymphkörperchen oder nur kleine, dichtliegende Bindegewebszellen vor Augen hat.

Die länglichen Kerne finden sich auch in der Schleimhaut von solchen Orten, wo auch später kein folliculäres Gewebe auftritt, z. B. in dem ganzen untern Theile des Schlundes, um die Kehlkopfsmündung herum u. s. w.; sie schienen mir jedoch minder zahlreich zu sein, und von den verschiedenen Uebergangsformen zu Lymphkörperchen gewahrte ich durchaus keine Spur.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass wenn gleich das Follikelgewebe in der Schleimhaut der Mundhöhle und des Schlundes bei einzelnen Thieren gänzlich zu fehlen oder wenigstens nur in sehr geringer Menge da zu sein scheint, so doch sein Auftreten so allgemein verbreitet ist, dass es keinem Zweifel unterliegt, dass es für die Regel zu halten sei. Es wird zwar häufiger in der Zungenschleimhaut und im Schlundgewölbe als in den Tonsillen vermisst, aber auf der andern Seite ist die Uebereinstimmung des an diesen verschiedenen Orten auftretenden Drüsengewebes in jeder Beziehung so vollständig, dass man es nicht für eine krankhafte Bildung in den Zungenbalgdrüsen, wo solche vorhanden sind, ansehen darf, ohne zugleich dasselbe Urtheil über die Tonsillen und umgekehrt auszusprechen. Es hat sich auch erwiesen, dass wenn auch unter einzelnen Individuen derselben Thierart Abweichungen vorkommen können, diese doch im Ganzen wenig erheblich sind und in der Regel nur den Grad der Entwickelung und der Reichhaltigkeit betreffen, den das Follikelgewebe an einem gegebenen Orte erlangt hat, während im Gegentheil die Verschiedenheiten eine weit grössere Ausdehnung und Bedeutung erhalten, wenn die eine Art mit der andern verglichen wird; und gerade dieses Verhältniss scheint mir noch stärker

darauf hinzudeuten, dass das Ergebniss, wozu ich für jede einzelne Thierart gelangt bin, das wirklich normale sei. Die Bemerkung, womit *Boettcher*[1]) seine Meinung im voraus gegen die Gründe zu schützen sucht, die aus Untersuchungen an Thieren wider ihn angeführt werden könnten, dass nämlich auch bei den Thieren Schleimhautkrankheiten, namentlich Katarrhe, vorkommen können, die seinem Dafürhalten nach an der Erzeugung des Follikelgewebes in den Zungenbalgdrüsen am meisten betheiligt sind, hat, scheint es mir, in der That nur geringes Gewicht den vielen äussern und innern Gründen gegenüber, die dafür sprechen auch diese Organe, wo sie wahrgenommen werden, für völlig normal anzusehen.

Ich werde jetzt von einer andern Seite die Ergebnisse der mitgetheilten Forschungen betrachten und zusammenfassen, um daraus nämlich die allgemeinen Regeln für den Bau der Organe abzuleiten, die den Gegenstand meiner Untersuchungen ausmachten. Es sei mir indessen gestattet die Bemerkung vorauszuschicken, dass, obschon in vielen Fällen ein starker Anlass da sein mochte, diese Organe mit den übrigen folliculären Drüsen zu vergleichen und die von dem einzelnen Gliede hergeholten Erfahrungen auf die sämmtliche Gruppe derselben auszudehnen, ich es doch für das beste gehalten habe, dies so viel als möglich zu unterlassen. Wie unverkennbar auch die nahe Verwandtschaft zwischen allen diesen Organen sein mag, und namentlich zwischen den in verschiedenen Schleimhäuten entwickelten Drüsen, so ist doch immer eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür da, dass an verschiedenen Orten Abweichungen unter einander in verschiedenen Beziehungen stattfinden können, so dass das Bild, welches die an einem Orte obwaltenden Verhältnisse genau wiedergiebt, deswegen nicht auch für den andern als vollkommen richtig vorausgesetzt werden darf. Das in den folgenden Zeilen zu Entwickelnde gilt demnach ausschliesslich für das in der Mundhöhle und dem Schlunde auftretende Follikelgewebe, und ich werde in der Regel keine Rücksicht darauf nehmen, ob meine Beobachtungen mehr oder weniger genau mit den von andern Verfassern mitgetheilten Schilderungen des entsprechenden Gewebes in andern Theilen des Körpers übereinstimmen oder nicht.

Wenn wir die verschiedenen Formen und die verschiedene Verbreitung des folliculären Drüsengewebes der Mundhöhle und des Schlundes im Zusammenhange übersehen, so drängt sich uns zuerst die Bemerkung auf, dass die Erscheinung desselben durchaus nicht einzig und allein auf die Tonsillen, die Zungenbalgdrüsen und die Pharynxtonsille beschränkt ist, sondern dass es auch an andern mehr oder minder entfernten Orten auftreten kann, ja dass man sogar bei gewissen Thieren in grosser Ausdehnung die ganze Schleimhaut in eine einzige zusammenhängende Drüsenmasse umgebildet findet. Diese Fähigkeit, Follikelgewebe zu erzeugen, tritt jedoch am meisten auf der Zungenwurzel, in der Rachen-

1) l. c. S. 216.

enge und dem obern Theile des Schlundes hervor, und die genannten begrenzten Organe erweisen sich als die Brennpunkte, an welchen sie vorzugsweise sich äussert, und an die sie, wie es scheint, sich oft ausschliesslich hält.

Unter diesen, gegen einander verglichen, nehmen wiederum die Tonsillen den Vorrang ein: in ihnen zeigen sich im Embryonalleben die ersten Spuren von Follikelgewebe, hier erreicht es im Allgemeinen seine höchste Entwickelung, und hier findet es sich zuweilen ganz allein, während es an den beiden andern Orten fehlt. — *Kölliker* hat die Tonsillen zusammengesetzte Balgdrüsen genannt, ein Ausdruck, der durchaus genau ihren Bau beim Menschen und der Mehrzahl der Thiere bezeichnet; die einfachern Formen hingegen, die diese Organe bei einigen Thiergattungen bewahren, z. B. bei den Nagern, den Insectenfressern und den Raubthieren, sind im Grunde nur durch ihre ansehnlichere Grösse von einfachen Balgdrüsen verschieden.

Es ist bereits von mehreren Verfassern nachgewiesen worden, unter andern von *Billroth*[1]), *Henle*[2]) und *Krause*[3]), dass die Lymphinfiltration sich ganz bis an das Epithel erstrecken kann, oder wenigstens so weit gegen dasselbe hinaus, dass nur eine sehr dünne Bindegewebslage die oberflächlichen Lymphkörperchen von den tiefsten Epithelialzellen scheidet. Wir haben gesehen, dass dies die durchgängige Regel ist, wo das Follikelgewebe eine einigermaassen grosse Entwickelung erlangt hat, und namentlich gilt es ohne Ausnahme für die Wandungen der Höhlen, während zuweilen, z. B. an den Tonsillen des Schweines, unter dem Epithel der Oberfläche sich noch eine freie Bindegewebslage von ansehnlicher Dicke findet; in den meisten Fällen aber fehlt auch diese, und sowohl auf der Oberfläche als auch in den Wandungen der Höhlen werden Lymphkörperchen und Epithelialzellen nur durch eine äusserst dünne homogene Haut, der »basement membrane« der Schleimhaut, geschieden. Auf der Oberfläche einer Zungenbalgdrüse eines erwachsenen Mannes fand ich die Dicke dieser Haut, nachdem selbst die am oberflächlichsten gelegenen Maschen durch Auspinseln von Lymphkörperchen waren gereinigt worden, = 0,002 Mm. — Das Verhalten der Schleimhautpapillen anbelangend, haben sich viele Verschiedenheiten kund gegeben, und zwar nicht bloss zwischen den einzelnen Thierarten, sondern hin und wieder zwischen Individuen der nämlichen Art, ja sogar zwischen übrigens übereinstimmenden Drüsen eines und desselben Individuums. Bald sind sie sowohl auf der Oberfläche als auch in den Höhlen stark entwickelt, bald nur klein und zerstreut, und häufig fehlen sie gänzlich. Dass die Papillen, wie *Boettcher*[4]) es angegeben, von Lymphkörperchen

1) l. c. S. 133.
2) l. c. S. 207.
3) l. c. S. 149.
4) l. c. S. 212.

infiltrirt werden können, hatte ich bereits im Vorhergehenden ein paar Mal Anlass zu bestätigen, und ich will nur noch hinzufügen, dass es mir ein Mal gelang am Rande eines sehr dünnen, ausgepinselten Schnittes Papillen wahrzunehmen, deren sämmtliches Gewebe in das gewöhnliche feine Netz mit engen Maschen aufgelöst war (Taf. XV, Fig. 9). Es scheint mir auch keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Papillen auf diese Art und Weise allmählich da zu Grunde gehen können, wo sie früher existirten, es darf jedoch nicht übersehen werden, dass ganz gewiss Fälle vorkommen, in denen sie regelmässig gar nicht zur Entwickelung gelangen; sie fanden sich z. B. nicht in den Tonsillenhöhlen bei dem ganz jungen Ferkel, wo man ja nicht voraussetzen konnte, dass sie schon geschwunden wären, und vergleicht man die Verhältnisse beim Füllen und dem ausgewachsenen Pferde, so scheint es auch nicht annehmbar, dass bei diesem Thiere je Papillen in den kleinen Nebenhöhlen der Tonsillen und Zungendrüsen existirt haben.

Henle[1]) scheint die lockere submucöse Schicht für den eigentlichen Ausgangspunkt oder für den Hauptsitz des folliculären Gewebes der Schleimhäute anzusehen, obschon dies in einem gewissen Grade mit seiner eigenen Beobachtung[2]) im Widerspruch steht, dass nämlich »die conglobirte Schicht«, wo sie eine geringere Mächtigkeit besitzt, das Bindegewebe der eigentlichen Schleimhaut einnimmt und sich gänzlich bis an das Epithel hinaus erstreckt. Ich habe stets die ersten Spuren und die wenig entwickelten Formen des Follikelgewebes in den festeren, dichteren, oberflächlichen Schichten vorgefunden, die mit ihrem eignen Netze von feineren Gefässzweigen versehen sind, niemals aber in dem tiefer liegenden lockern Bindegewebe, das die traubenförmigen Drüsen einhüllt und den grösseren durchgehenden Gefässstämmen als Träger dient; selbst wo das Drüsengewebe eine ansehnliche Dicke erreicht, verbreitet es sich doch nicht in das eigentliche submucöse Bindegewebe, sondern grenzt sich sogar deutlicher und deutlicher durch eine Art Kapsel von demselben ab, die, übereinstimmend mit *Kölliker*'s Schilderung, am Rande der Drüsenmasse in die Schleimhaut selbst übergeht. Um die völlig entwickelten Tonsillen und Zungenbalgdrüsen, und überhaupt wo es zur Bildung wirklicher Follikel gekommen ist, vermisst man diese begrenzende Lage niemals, die vorzüglich rings um die zuerstgenannten Organe von erheblicher Stärke ist und einen regelmässig blätterigen Bau besitzt. Wenn man, am besten bei einem grösseren Thiere, flache Schnitte von der tiefsten Schicht der Tonsille oder vielmehr von ihrer Kapsel untersucht, die stets mitfolgt, wenn das Organ aus dem submucösen Bindegewebe herausgeschält wird, so findet man dieselbe aus 3—4 mit elastischen Fasern reichlich versehenen, membranartig ausgebreiteten Bindegewebslagen zusammengesetzt, die nach innen zu gegen die

1) l. c. S. 225.
2) l. c. S. 221.

eigentliche Drüsenmasse hin stets dichter und feiner, mehr zusammenhängend und regelmässig geflochten auftreten. Die innerste dünne Lage zeigt nur sehr feine, parallele, leicht buchtige oder wellenförmige Streifen und scheint zunächst dem homogenen (*Reichert*'schen) Bindegewebe anzugehören; sie zeichnet sich ausserdem durch zahlreiche blasse, aber scharf contourirte, flache, längliche, fein gekörnte Kerne aus (Taf. XVI, Fig. 9, 10 u. 11 *a*), die in der Regel in der Richtung der Streifen, oft nur in geringem Abstande von einander liegen. An Chromsäurepräparaten sind diese Kerne schon ohne Anwendung andrer Reagentien sehr leicht zu erkennen, während sie nur schwer an Präparaten, die in Weingeist erhärtet sind, in die Augen fallen; am deutlichsten habe ich sie beim Schweine und Pferde wahrgenommen, wo sie im Durchschnitt ungefähr 0,012 Mm. lang und 0,007 Mm. breit waren; ich habe sie aber auch bei mehreren andern Thieren und bei dem erwachsenen Menschen angetroffen, und ich zweifle nicht daran, dass sie immer zugegen sind. Sie stimmen gänzlich mit den früher beim Füllen und dem neugebornen Kinde beschriebenen Zellenkernen überein, und bei dem ausgewachsenen Thiere wiederholt sich derselbe Gegensatz wie bei jenen zwischen diesen Kernen und den dunkleren, spindelförmigen, die noch einigermaassen häufig in den unregelmässig verflochtenen Zügen des submucösen Bindegewebes gefunden werden; jedoch nimmt man an beiden Orten Uebergangsformen wahr, so dass die für jede einzelne Art charakteristische Form nur beim Vorkommen einer grösseren Zahl gleichartiger Kerne in den verschiedenen Schichten hervortritt. — Die in dem submucösen Gewebe erscheinenden Kerne entsprechen gänzlich jenen, die von *Bruch*[1]) an mehreren Orten in derselben Schicht beobachtet worden sind, und es scheint, als habe dieser Verfasser auch die blassen, länglichen Kerne in dem mehr homogenen Bindegewebe (»in einer feinkörnigen, blassen, streifigen oder welligen Bindesubstanz«[2])) gesehen; er ist aber nicht im Reinen damit, ob diese letzteren »in einem nähern Verhältniss zum Bindegewebe stehen, oder einem andern Gewebe, das diesem beigemischt ist (Nerven?) angehören, oder ob sie endlich nur als unbestimmte, vereinzelte Zwischenformen, Verkümmerungen oder Monstrositäten anzusehen seien, die in allen Geweben vorzukommen scheinen«. In Folge dessen, was ich im Embryonalleben und in der nächsten Zeit nach der Geburt wahrgenommen habe, scheint das Erste mir unzweifelhaft der Fall zu sein: die Kerne in den Geweben des ausgewachsenen Thieres sind Abkömmlinge der ursprünglichen, sich stets fortpflanzenden Bindegewebszellen, und ihre verschiedenen Formen stehen in einem bestimmten Verhältnisse zu der in verschiedener Richtung gehenden Entwickelung derjenigen Schicht, der sie angehören. — In den äussern Lagen der Kapsel finden sich noch grössere Gefässstämme, von ziemlich zahlreichen und

1) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. VI. 1855. S. 168.
2) l. c. S. 192.

starken Nervenfasern begleitet; aber in der innersten Schicht haben sich die Gefässe in ein Netz kleinerer, unter einander anastomosirender Aeste aufgelöst und längs der Wandungen der letztern sieht man schon, wie es früher bereits mehrmals berührt wurde und später näher besprochen werden soll, die ersten Spuren der Bildung von Lymphkörperchen. Nach innen gegen das Drüsengewebe hin geht das feine Fasernetz unmittelbar von der innersten Lage der Kapsel aus, und diese Lage gehört in so fern schon selbst auch zu dem folliculären Gewebe: sie ist nur die tiefste zusammenhängende Schicht des Gewebes, das übrigens in seiner ganzen Dicke von Lymphkörperchen durchzogen und in ein Netzwerk aufgelöst ist, in dessen Maschenräume dieselben eingeschlossen sind.

Kehren wir nun zu der Frage zurück, was als das Muttergewebe der folliculären Schicht anzusehen sei — das submucöse Bindegewebe oder die Schleimhaut selbst, so scheint es mir am richtigsten, wie bereits im Vorhergehenden zu wiederholten Malen geschehen ist, *Kölliker*'s Bezeichnung der interfolliculären Substanz als »eine modificirte eigentliche Schleimhaut« auf die sämmtliche Drüsenmasse auszustrecken. Zur näheren Begründung hievon will ich nur noch auf das öfters erwähnte Verhalten hindeuten, dass das Blutgefässnetz im Drüsengewebe eine reichere Entfaltung des Netzes ist, das in der nächsten Umgegend die unveränderte Schleimhaut durchwebt. Aber gleichzeitig trage ich kein Bedenken mich für die Ansicht zu erklären, die man ursprünglich *Brücke*[1]) und *Leydig*[2]) verdankt, und die wenigstens bis auf einen gewissen Grad auch *Billroth*[3]) zu ihren Anhängern gezählt hat, die aber in der spätern Zeit mehr in den Hintergrund getreten zu sein scheint und sogar in einzelnen Forschern bestimmte Gegner gefunden hat, nämlich dass die Adventitien der kleineren Blutgefässe die wirklichen und eigentlichen Ausgangspunkte für die Lymphbildung sind. Die Gründe, auf die ich mich in dieser Beziehung stütze, werden schon aus dem hervorgehen, was ich mehrere Male über den nahen Anschluss der Lymphkörperchen an die Wandungen der Blutgefässe mitzutheilen Gelegenheit hatte, und es wird genügen das ins Gedächtniss zurückzurufen was wir während des Embryonallebens und in der nächsten Zeit nach der Geburt wahrgenommen haben; — sie werden aber, wie ich hoffe, aus dem weiterhin Folgenden noch mehr hervorleuchten. — Wir sahen das folliculäre Gewebe unter sehr verschiedenen Formen auftreten: bald als eine spärliche Ablagerung von Lymphkörperchen rings um die Verzweigungen einzelner Blutgefässe oder als eine weit verbreitete einförmige Infiltration der Schleimhaut, bald als begrenzte, einzelnstehende Follikel, bald endlich als eine zusammenhängende Masse, in der eine mehr oder minder reichliche Zwischensubstanz die zahlreichen Follikel trennt oder eher vereinigt; zwar hat es sich

1) Zeitschr. der k. k. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien 1853.
2) Untersuch. üb. Fische u. Reptilien. Berlin 1853.
3) l. c. S. 126.

im letzten Falle als eine unabänderliche Regel ergeben, dass auch die Zwischensubstanz von Drüsengewebe gebildet wird, es findet aber gleichwohl zwischen ihr und den Follikeln ein sehr hervortretender und bestimmt ausgeprägter Gegensatz statt.

Diese Formen treten jedoch nicht ohne Unterschied auf — sie sind sowohl vom Orte, wo sie sich finden, als auch vom Alter und Ernährungszustande der Individuen abhängig. An den auserlesenen Punkten, den eigentlichen Heerden des Drüsengewebes, ist die letzte Form die unbedingt vorwaltende, während sich die erste mehr in einem gewissen Abstande von ihnen hält, in der Peripherie der Gegenden, wo die Bildung des folliculären Gewebes überhaupt stattfindet; auf der andern Seite findet man im Embryonalleben und zum Theil noch in der nächsten Zeit nach der Geburt nur die formlose Infiltration, wohingegen man in dem ausgewachsenen, wohlgenährten Körper — abgesehen von den wenigen Thiergattungen, denen vielleicht das Drüsengewebe überhaupt fehlt — nur selten oder nie, wirkliche Follikel vermisst. Es geht hieraus zur Genüge hervor, dass die unbegrenzte Infiltration die niedere Form ist, die zwar an einzelnen Orten auf demselben Punkte stehen bleibt, in der Regel aber sich am Ende begrenzt und Follikel erzeugt; es lässt sich somit mit Bezug auf den normalen Bau einer entwickelten Tonsille oder Zungenbalgdrüse nicht läugnen, dass die Follikel ein wesentliches Glied derselben ausmachen. — Man wird übrigens aus obiger Schilderung ersehen, dass ich in mehreren Beziehungen mit *Henle*'s und *Boettcher*'s Auffassung übereinstimme und die Entwickelung des folliculären Gewebes für eine gradweise zunehmende Infiltration ansehe, in der nach und nach immer mehrere und mehrere kleine Haufen Lymphkörperchen unter einander zusammenfliessen, bis die Abgrenzung in der Tiefe, die Umkapselung, schliesslich erfolgt und sich die Follikel in der bisher einförmigen Masse ausgraben. Die Blutgefässe machen eine wesentliche Bedingung für die Bildung der Lymphkörperchen aus, und von der Art und Weise, wie sie sich in der Schleimhaut vertheilen, ist es zu einem gewissen Grade abhängig, welche Form das Drüsengewebe zuletzt annehmen soll; — sind die eigentlichen Schleimhautäste weniger zahlreich und weit von einander entfernt, so zeigt sich die Infiltration von Anfang an bloss in Flecken geringer Ausdehnung rings um dieselben und kann schliesslich zu solitären Follikeln (z. B. in dem tiefern Theile des Schlundes des Schafes) übergehen; wo dagegen sich die Gefässe unter einander in ein dichteres Netz vereinen, tritt zuerst eine ausgebreitete Infiltration auf und in dieser zuletzt die angehäuften Follikel. Ich muss jedoch ausdrücklich hervorheben, dass ich keineswegs darin mit *Henle*[1]) einverstanden sein kann, auch die Begrenzung der Follikel für »eine Zufälligkeit« zu halten, die auf eigenthümlichen Structurverhältnissen des infiltrirten Gewebes be-

1) l. c. S. 220.

ruhen; nach meiner Ansicht sind sie aus einer eigenen innern Thätigkeit des im voraus gebildeten Drüsengewebes hervorgegangen, das erst hiedurch seine höchste Entwickelung erlangt.

Um in einem Gesammtbilde die charakteristischen Eigenschaften der Follikel und das Verhalten dieser zu der übrigen Drüsenmasse zu übersehen und zu beurtheilen, wird es indessen nöthig sein, die einzelnen Bestandtheile des Drüsengewebes überhaupt zu betrachten; ich werde jedoch einen der wesentlichsten übergehen, nämlich die in den Maschen enthaltenen Lymphkörperchen, indem ich in Betreff ihrer nichts zu dem schon längst Bekannten hinzuzufügen habe.

Das Fasernetz (Reticulum) ist von mehreren Verfassern einer so sorgfältigen und allseitigen Untersuchung unterzogen worden und namentlich von *His* [1]) und später von *Frey* [2]) so erschöpfend behandelt, dass ich bezüglich desselben mich auf ganz wenige Bemerkungen beschränken werde. — In der interfolliculären Substanz ist es stets verhältnissmässig stark und fest und lässt sich an passend erhärteten Präparaten im Allgemeinen leicht auspinseln, so dass man es in grösserer Ausdehnung von Lymphkörperchen völlig frei übersehen kann. Die Form und Weite der Maschen anlangend, gewahrt man einen beträchtlichen Unterschied, je nachdem das Gewebe dicht rings um scharf begrenzte Follikel sich findet oder in schmalen Balken zwischen solchen längs ihrer Oberfläche zusammengedrückt ist, oder wo es in der Nähe grösserer, besonders arterieller Blutgefässe oder auch in den peripherischen Schichten der sämmtlichen Drüsenmasse an Lymphkörperchen weniger reich, weniger von ihnen ausgedehnt ist, oder endlich wo es sich in grösserer Menge zwischen den Follikeln ausbreitet: — in dem letzten Falle trifft man vorwiegend rundliche oder polygonale Maschen und feinere Balken, die jedoch sehr häufig in den Knotenpunkten membranartige Ausbreitungen bilden, zuweilen von erheblicher Grösse und hie und da so vorwaltend, dass das ganze Netz das Ansehen einer durchlöcherten Membran gewinnt; unter den ersteren Bedingungen sieht man dagegen weit ausgezogene enge Maschen und oft dickere, wenig verästelte, zuweilen fein gestreifte Balken. Einzelne Male habe ich derartige dicke Netzbalken leicht buchtig oder gewunden und mit einer dünnen, membranartigen Scheide, so wie man sie an mehreren Orten rings um die Bindegewebsbündel wahrgenommen hat, umgeben gefunden; die (Taf. XV, Fig. 10) mitgetheilte Abbildung stellt einen solchen Netzbalken aus einer Lymphdrüse des Schweines dar, entspricht jedoch völlig dem, was ich auch in den Tonsillen und der Pharynxtonsille bei mehreren Thieren, wenn auch nur selten, wahrgenommen habe. — Für die Follikel gilt es als Regel, dass ihr Netz zarter als das der Zwischensubstanz ist; der Grad aber, in dem dieser Unterschied hervortritt, ist sehr verschieden und scheint bei

1) Beitr. z. Kenntniss d. z. Lymphsyst. geh. Drüsen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. X. 2) l. c.

einem und demselben Individuum in umgekehrtem Verhältniss zur Grösse der Follikel oder vor Allem zur Schärfe ihrer Begrenzung zu stehen. Es ist gar nichts Seltenes, dass man an einem und demselben Schnitte Follikel trifft, in denen das Netz durch ein leichtes Auspinseln beinahe gänzlich verloren gegangen ist, und daneben andere, in welchen es noch durchaus vollständig gefunden wird; das Netz in den Follikeln und der angrenzenden Zwischensubstanz auf einmal zugleich ganz von Lymphkörperchen befreit darzustellen, ist mir noch niemals gelungen. Ich bestreite nicht die Richtigkeit der Aussage *Henle*'s[1]), dass das Netz im Innern der Follikel zuweilen gänzlich fehlen kann, glaube jedoch bemerken zu müssen, dass man nicht immer das Verhältniss wahrnimmt, welches auch *Billroth*[2]) als das normale beschreibt, dass sich nämlich das Netz gradweise von der Mitte gegen den Umkreis des Follikels hin verdichtet; während dieses solchermaassen in den einzelnstehenden und in gewissen unvollständig begrenzten angehäuften Follikeln der Tonsillen des Hundes z. B. deutlich hervortritt, sieht man im Gegentheil in den scharf begrenzten, geschlossenen Follikeln, z. B. beim Schweine, sehr oft bloss spärliche Ueberbleibsel des Netzes unmittelbar von der Innenseite ihrer Kapsel ausgehen, die sich nach aussen zu gradweise in das interfolliculäre Netz (Taf. XV, Fig. 11 u. 12) auflöst. In den Follikeln sind demnach die Netzbalken vorwaltend von der feinsten Art und weniger geneigt membranartige Ausbreitungen von einiger Grösse zu bilden; man trifft jedoch hie und da, sogar in der Mitte der Follikel, einzelne gewöhnlich starke, gestreckte Fasern, von den Haargefässschlingen ausgehend, und ich muss der von mehreren Verfassern angeführten Muthmassung beipflichten, dass dies geschlossene Haargefässe sind, im Begriff sich zu Bindegewebe umzubilden. — Die bekannten länglichen Kerne in den Netzbalken und vorzugsweise in ihren Knotenpunkten habe ich bei sämmtlichen untersuchten Thieren angetroffen; sie sind aber im Ganzen von keiner erheblichen Zahl, so dass man nicht selten das Netz in grösserem Umfange durchsuchen kann, ohne auch einen einzigen zu gewahren. Man findet jedoch in dieser Beziehung oft einen bemerkenswerthen Unterschied sogar an Präparaten die einem und demselben Individuum angehören. Bei dem ganz jungen Thiere sind die Kerne vielleicht etwas häufiger als in dem entsprechenden Organ des erwachsenen; zuweilen aber habe ich sie auch bei diesem an einzelnen Orten in auffallender Menge angetroffen. In den Follikeln treten sie seltner auf als in dem interfolliculären Netze. — Es ist leicht erklärlich, dass diese Kerne, die meistentheils so spärlich vorgefunden werden, zufällig der Aufmerksamkeit *Henle*'s[3]) entgangen sein können; eine Verwechslung mit Querschnitten von Faserbündeln möchte indessen gewiss nicht leicht stattfinden können, und wenn *Henle* sagt,

1) l. c. S. 218.
2) l. c. S. 134.
3) l. c. S. 214.

dass es ihm augenblicklich einleuchtete, dass er einzig und allein derartige Querschnitte vor sich hatte, so kann man sich kaum einiger Verwunderung darüber erwehren, dass er so leicht andern ausgezeichneten Forschern diesen Irrthum habe zumuthen können. — Die Kerne im Netze sind vielleicht durchschnittlich etwas kleiner als jene, die sich in der innersten Schicht der Tonsillenkapsel finden, sie stimmen aber übrigens in jeglicher Beziehung mit ihnen überein, und ich halte es durch die Untersuchung der ersten Entwickelung des Drüsengewebes für hinlänglich erwiesen, dass sie ganz von der nämlichen Art und demselben Ursprung sind. — Die bindegewebige Natur des Netzes ist jetzt fast einhellig anerkannt, und ich werde mich nicht bei einer weiteren Begründung des Satzes aufhalten, der mir aus einem Vergleiche der verschiedenen Entwickelungsformen deutlich hervorzugehen scheint, dass nämlich das Fasernetz in den hier besprochenen Organen durchgängig dasselbe Gewebe sei, das die Adventitien der Gefässe der Schleimhaut und die Schleimhaut[1] selbst bildet: durch die Entwickelung der Lymphkörperchen wird dieses Gewebe zersprengt und löst sich in das Netz auf, dessen Feinheit in geradem Verhältnisse zur Menge der in den Maschenräumen angehäuften Körperchen steht. Mit der Ansicht *Henle's*[2], dass die durch starke Füllung der Maschen ausgespannten Balken zuletzt atrophiren, bin ich, namentlich was die Follikel selbst betrifft, ganz einverstanden.

Unter den Blutgefässen haben die Venen, wie bereits *Kölliker*[3] angedeutet hat, ein entschiedenes Uebergewicht über die Arterien. Während die kleinen Arterien in der Regel das Drüsengewebe einzelweise und in einem mehr gestreckten Verlaufe durchbohren, sieht man oft die zahlreichen Venen, deren Weite innerhalb des Drüsengewebes selten 0,05 Mm. erreicht, starke und dichtstehende Ausbuchtungen bilden (Taf. XVI, Fig. 1). Die Art und Weise, wie die Gefässe sich verästeln, ist im Wesentlichen überall dieselbe, so wie sie schon bei mehreren Gelegenheiten dargestellt worden ist: — nachdem sie in das Drüsengewebe selbst eingedrungen sind, lösen sie sich in ein reiches Netz grösserer und kleinerer unter einander anastomosirender Aeste auf, das vorzugsweise an der Oberfläche, gerade unter dem Epithelium dicht und fein ist, und von da Schlingen in die Papillen, wo deren vorhanden sind, hineinsendet. Während aber das Gefässnetz in der ursprünglichen einfachen Infiltration ziemlich einförmig die sämmtliche Masse durchwebt, wird das Verhalten ein ganz anderes,

1) *Brücke* hat (Sitzungsbericht d. math.-naturw. Kl. d. Wiener Akad. 1853 im Januarheft) von dem submucösen Bindegewebe behauptet, dass es, abgesehen von den Scheiden der Nerven, durchgängig aus Faserbündeln besteht, die theils die Adventitien der Blut- und Lymphgefässe bilden, theils sich von ihnen losreissen, um die Zwischenräume auszufüllen. Dasselbe lässt sich von der Schleimhaut selbst behaupten, die mit einem viel dichteren Gefässnetz versehen ist; nur darf man nicht die in ihrem Gewebe enthaltenen bindegewebigen Kerne und Zellen ausser Acht lassen.

2) l. c. S. 218.

3) Gewebelehre S. 376.

sobald sich in derselben Follikel entwickelt haben: hier wird das stärkere Gefässnetz zusammengedrängt und auf die Zwischensubstanz eingeschränkt, und in bestimmtem Gegensatze zu dieser erscheinen die Follikel nur mit äusserst feinen Aesten und wahren Haargefässen oder sogar ausschliesslich nur mit den letzteren versehen. Es ist bereits öfter bemerkt worden, dass man hin und wieder ein einzelnes grösseres Gefäss durch einen Follikel gehen sieht, ohne diesem eigentlich anzugehören; dies ist aber, ich wiederhole es, nur eine verhältnissmässig seltene Ausnahme, eine zufällige Abweichung von der allgemeinen Regel. In den unvollkommen abgegrenzten Follikeln ist der Uebergang vom interfolliculären zum folliculären Gefässnetz minder scharf; von jenem reissen sich unmittelbar die Aestchen los, die sich in diesem auflösen; ist aber der Follikel ganz geschlossen, mit einer dicht zusammengedrängten Kapsel umgeben, so verbreitet sich in dieser ein Netz der feinsten Zweige, und von da aus werden wiederum Haargefässe in das Innere hineingesandt. Die solitären Follikel verhalten sich auf eine etwas verschiedene Weise, insofern sie in ihrer peripherischen Schicht stärkere Gefässe besitzen; diese äussere Schicht entspricht meinem Ermessen nach dem Theil der Zwischensubstanz, der jeden einzelnen der angehäuften Follikel unmittelbar umgiebt und ihm angehört. — Der Gefässreichthum der Follikel muss, wie bereits von mehreren Verfassern anerkannt worden, im Ganzen als ziemlich gering bezeichnet werden; es finden jedoch in dieser Beziehung nicht unerhebliche Verschiedenheiten statt, vorzugsweise, so scheint es zwar, zwischen Thieren verschiedener Gattungen, aber auch, wenn gleich in geringerem Grade, zwischen den einzelnen Follikeln bei einem und demselben Individuum. Beim Schweine, das unter allen die am meisten scharf begrenzten Follikel besitzt, sind diese weit ärmer an Gefässen als bei den meisten andern Thieren, und gar nicht selten habe ich an gut injicirten Präparaten nur ganz wenige, weit offne Schlingen von Haargefässen die sehr grossen Follikel durchbohren gesehen, während ich im Gegentheil die einzeln vorkommenden kleinen und undeutlich begrenzten Follikel reichlicher mit Gefässen versehen angetroffen habe. Dies deutet darauf hin, dass der Reichthum an Gefässen so wie die Stärke des Fasernetzes in einem umgekehrten Verhältniss zu der mehr oder minder vollkommenen Abgrenzung des Follikels steht — ein Satz, den ich jedoch nicht unbedingt als einen allgemein geltenden aufstellen darf. — In den Follikeln ist ein radiärer Verlauf der Gefässe die allgemeine Regel; gewöhnlich anastomosiren sie in den äusseren Lagen häufiger mit einander, werden nach innen an die Mitte hin allmählich weniger zahlreich und umschreiben grössere Maschen, und hinterlassen bei einigen Thieren in den meisten Follikeln zuletzt einen ganz gefässlosen Raum, der an einzelnen Schnitten wie mit einem unvollkommenen Gefässkranze umgeben erscheinen kann. Schlingenförmige Anastomosen und Umbiegungen sieht man sehr oft, wiewohl nur seltner, z. B. in den Ton-

sillen des Pferdes, in einem solchen Grade hervortreten, dass man das ganze Gefässnetz als von Haargefässschlingen gebildet bezeichnen kann. Die (Taf. XVI, Fig. 2) dargestellten Follikel der Pharynxtonsille des Hundes geben im Ganzen ziemlich genau das Bild der Grundform wieder, die man in der Regel in der Gefässverzweigung als bald mehr, bald weniger regelmässig bewahrt und mit engeren oder weiteren schlingenförmigen Verbindungen wiederfindet. In den sehr gefässarmen Follikeln, z. B. beim Schweine, sieht man wohl meistentheils nur ein unregelmässiges, weitmaschiges Netz, oder vielmehr nur einzelne, spärlich anastomosirende Haargefässe; aber nichtsdestoweniger kann man in vielen Fällen auch hier die vorwaltende Form der Gefässverzweigung wiedererkennen. — Selbstverständlich wird übrigens das Aussehen ein ganz verschiedenes, je nachdem der Schnitt die Mitte des Follikels getroffen hat oder nicht.

Ehe ich die Blutgefässe verlasse, habe ich noch der von *His*[1]) beschriebenen Adventitialzellen zu erwähnen, die in allen folliculären Drüsen in einer solchen Zahl vorzukommen scheinen, dass schon dieser Umstand voraussetzen lässt, sie seien von wesentlicher Bedeutung. Man überzeugt sich bei dem ausgewachsenen Thiere am leichtesten von ihrem Dasein an den Rändern des Drüsengewebes, in der innersten Schicht der Kapsel oder an Orten, wo die Lymphkörperchen nicht in grosser Menge angehäuft sind, so z. B. in dem vordern Theile der Zunge des Schweines, in dem Schlunde des Schafes und den Papillen an seiner Zungenspitze, im Rande der Pharynxtonsille des Ochsen. In der nächsten Zeit nach der Geburt findet man sie beinahe allenthalben ohne Schwierigkeit. — In der deutlich fasrigen Adventitia der noch kenntlich arteriellen Gefässe habe ich nur schwache Spuren dieser Zellen bemerkt, und sie scheinen mir, wenn auch vielleicht nicht ausschliesslich, jedoch in einem weit vorwaltenden Grade den Venen anzugehören. Die Adventitien der kleinsten Venen bestehen bekanntlich ganz im Allgemeinen, aus einem undeutlich faserigen oder homogenen Bindegewebe mit länglichen Kernen, und die letztern sind zweifelsohne, wenigstens in ihrem Ursprunge, Andeutungen von Adventitialzellen, die in dem Gewebe, das Lymphkörperchen zu erzeugen bestimmt ist, eine so hervortretende Entwickelung erreichen. Man findet sie hier, gänzlich in Uebereinstimmung mit der Aussage *His*'s, rings um die kleinsten Gefässe nur spärlich und vereinzelt, während sie um etwas stärkere Venen, vorzugsweise um solche, die ungefähr 0,02—0,03 Mm. oder etwas mehr im Durchschnitt messen, oft in einer einfachen oder sogar mehrfachen Lage angehäuft sind. Ihre leicht in die Augen fallenden, meistentheils ungefähr 0,01 Mm. langen und 0,007 Mm. breiten Kerne haben, was gleichfalls von *His* anerkannt ist, ein vollkommene Aehnlichkeit mit den Kernen in den Knotenpunkten des Netzes; ich unterlasse jedoch nicht zu bemerken, dass während es mir zweifel-

1) l. c. S. 339.

haft oder wenigstens nicht ausgemacht zu sein scheint, in wie fern die letztern mit ihrem sets einförmigen, unveränderlichen Aussehen, in der Regel noch existirenden »saftführenden« Zellen angehören, denen irgend eine bedeutendere Rolle vorbehalten ist, habe ich mich vollständig davon überzeugt, dass dicht an den Gefässwänden stets wirkliche Zellen vorgefunden werden, die Leben und eine fortdauernde Thätigkeit besitzen; aber diese unverkennbaren Zellen habe ich nie als sternförmig oder verästelt auftreten gesehen. — Doch die Frage, ob, nachdem die volle Entwickelung erreicht ist, irgend ein wesentlicher Unterschied bestehe zwischen den Adventitialzellen und jenen, von denen man wenigstens die übriggebliebenen Kerne im Netze in einigem Abstande von den Gefässwänden sieht, werde ich nicht weiter zu beantworten versuchen; ich will hier nur hervorheben, dass sowohl Netzkerne als auch Adventitialzellen jedenfalls von den ursprünglichen Bindegewebszellen abstammen, mögen diese sich auch vielleicht in verschiedener Richtung entwickeln, je nachdem sie in unmittelbarer Nähe der Blutgefässe oder in grösserem Abstande von ihnen gelagert sind. In den Scheidewänden zwischen den einzelnen Lappen der Tonsillen des Schweines und in der freien Schleimhautschicht, die sich zwischen ihrem folliculären Drüsengewebe und dem Epithel der Oberfläche ausbreitet, finden sich Bindegewebskörperchen von der allgemein bekannten Form mit einem dunkelgezeichneten Kerne und feinen, geschlängelten Ausläufern; aber so wie man sich einer Vene in der Peripherie des Drüsengewebes oder einer derjenigen nähert, die einzelweise die oberflächliche freie Schicht durchbohren, kommen die grössern, blassern Kerne und deutliche Adventitialzellen zum Vorschein; — hier hat demnach eine verschiedene Entwickelung ursprünglich gleichartiger Zellen in der That stattgefunden; andrerseits muss aber bemerkt werden, dass die Gewebe, welche die gewöhnlichen Bindegewebskörperchen enthalten, nicht dazu bestimmt sind in Drüsengewebe umgebildet zu werden, und dass die Kerne im Netze durchaus jenen ähnlich sind, die dicht an den Gefässen liegen, während ihr Aussehen von dem der Bindegewebskörperchen gänzlich verschieden ist. — In dem dichten Drüsengewebe werden die Adventitialzellen im Allgemeinen von den Lymphkörperchen verborgen, indem diese sich in der Nähe der Gefässwände schwieriger als in dem übrigen Theile des Netzes wegpinseln lassen, und an Schnitten, die für ein vollkommenes Auspinseln dünn genug sind, ist man selten im Stande die Gefässe in grösserer Ausdehnung zu verfolgen und vermag jedenfalls nur einen geringen Theil der ursprünglichen Adventitia zu übersehen, von der sie nur noch einzelne Bindegewebsbündel oder eine sehr dünne Haut dicht um das Gefäss zeigen, während das Uebrige in das Netz aufgelöst ist; gleichwohl gelingt es aber auch hier öfters deutliche Zellen wahrzunehmen. In den Follikeln habe ich die Adventitialzellen nur sehr selten gesehen, ganz in Uebereinstimmung mit der allgemeinen Regel, dass sie sich nur äusserst

spärlich rings um die Haargefässe finden; dagegen bemerkt man sie etwas zahlreicher längs der Gefässe, die unmittelbar die Follikel umspinnen.

Die aus dem Drüsengewebe der Tonsillen heraustretenden Lymphgefässe haben wir bereits beim Embryo gesehen, aber auch bei dem ausgewachsenen Thiere ist es ein leichtes sich davon zu überzeugen, dass sie in grosser Zahl vorhanden sind, bereit die Lymphkörperchen wegzuführen. Fast in jedem Fetzen des die Tonsille zunächst umgebenden Bindegewebes findet man, wenn man ihn unter dem Mikroskope ausbreitet, ohne weitere Präparation schlauchförmige Räume oder Canäle, die mit einem gewöhnlichen Gefässepithel ausgekleidet sind und eine viel dünnere Wand besitzen als die an Weite entsprechenden Venen. Auch nicht bei der am besten gelungenen Einspritzung habe ich die Injectionsmasse in diese Canäle übergehen gesehen; sie erscheinen aber darauf, gerade ebenso wie wenn eine starke natürliche Blutanfüllung da ist, fast immer mehr oder minder mit Lymphkörperchen angefüllt, während sie im entgegengesetzten Falle sehr oft leer und zusammengefallen sind. Sie sind demnach Lymphgefässe, und der durch die Anfüllung der Blutgefässe auf das Drüsengewebe ausgeübte Druck treibt die Lymphkörperchen in grösserer Menge in sie hinaus. — Bei grösseren Thieren, wie beim Pferde, Ochsen und Schweine, sind die Lymphgefässe in den äussern Schichten der Tonsillenkapsel stark genug um mit blossen Augen wahrgenommen zu werden, und lässt sich ohne Schwierigkeit ein einzelnes Gefäss unterbinden und auspräpariren und sodann mit den enthaltenen Lymphkörperchen unter das Mikroskop bringen. Die Lymphgefässe treten zwischen den Lappen der Tonsille hervor und verbinden sich in dem dieselbe umgebenden Bindegewebe zu einem ziemlich reichen Netze. Sie sind hier mit Klappen versehen, mit einem Epithel ausgekleidet und mit einer einfachen Lage Muskeln umgeben, deren Kerne durch Zusatz von Essigsäure deutlich zum Vorschein kommen. Beim Schweine fand ich die Weite dieser Gefässe von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{2}$ Mm., die Epithelialkerne durchschnittlich 0,01 Mm. lang und 0,006 Mm. breit, die Muskelkerne meistentheils 0,008—0,01 Mm. lang und 0,002 Mm. breit, die grössten Stämme waren auf jeder Seite von ein Paar sehr feinen Blutgefässen begleitet, die mit einander durch Queräste anastomosirten. Schwieriger ist es die Lymphgefässe innen im Drüsengewebe selbst zu untersuchen, da sie hier durchgehends von Körperchen von derselben Art und demselben Aussehen umgeben sind als jene, die ihren Inhalt bilden.

Indessen gewahrt man zuweilen an dickeren, nicht ausgepinselten Schnitten in der interfolliculären Substanz ein Netz von lichteren Streifen, von verzweigten Canälen herrührend, deren Querschnitte sich als einfache spaltenförmige Räume in der Drüsenmasse kundgeben: dies findet aber in der Regel nur statt, wenn die Blutgefässe nicht gefüllt sind, und es lässt sich demnach in dem besondern Falle nicht mit Gewissheit ent-

scheiden, ob diese Canäle selbst Blut- oder Lymphgefässe sind, wenn man gleich in Bezugnahme auf ihre dünnen Wände und die ihnen eigenthümliche Art sich zu verästeln sie für die letztern anzusehen geneigt sein möchte. Sind die Blutgefässe gefüllt, so sieht man neben ihnen meistentheils gar keine oder nur undeutliche Spuren anderer Canäle; man erwäge jedoch, dass bei so bewandten Umständen auch die Lymphgefässe mit Körperchen sich füllen, und man darf demnach auf der andern Seite nicht daraus folgern, dass die früher wahrgenommenen Schläuche nur Blutgefässe gewesen seien. Dagegen findet man in seltnen Fällen an wohlausgepinselten Schnitten von Präparaten, deren Blutgefässe eingespritzt sind, in dem übrigens leeren Fasernetze einzelne canalförmige Räume mit Lymphkörperchen angefüllt, und es lässt sich hier kaum bezweifeln, dass man ein wirkliches Lymphgefäss vor sich hat. — Jedoch ein einigermaassen befriedigendes Resultat bezüglich dieser Verhältnisse ergiebt sich nur, sobald es Einem gelungen ist, die Lymphgefässe selbst einzuspritzen, und zu dem Zwecke habe ich mich der altbekannten Methode bedient, die Masse unmittelbar in das betheiligte Gewebe einzuspritzen, indem ich den feinen Tubus in eine der Höhlen der Tonsille anbrachte, deren Wände vorher mit kleinen Oeffnungen durchbohrt waren, oder seine Spitze gerade in die Drüsenmasse hineinsteckte. Ich benutzte die gewöhnliche, mit Chromblei gefärbte Bleiauflösung, theils ohne, theils nach vorangegangner Einspritzung der Blutgefässe mit einer anders gefärbten Masse. Wiederholte Versuche, vorzugsweise an den Tonsillen des Pferdes, Ochsen nnd Schweines haben jedes Mal ohne Ausnahme dasselbe Resultat ergeben: — Die gelbe Masse füllte eine grössere oder geringere Zahl der wegen der Klappen wie Perlenschnüre ausgebuchteten und eingeschnürten Lymphgefässe in der Kapsel, und die Wurzeln derselben liessen sich ohne Schwierigkeit zwischen die Lappen des Organes hinein verfolgen. In unmittelbarer Nähe des Punktes, von wo aus die Einspritzung statt gefunden hatte, und oft in dem ganzen betheiligten Lappen fand man das Gewebe zwischen den Follikeln von der Injectionsmasse dicht und einförmig infiltrirt, während die Follikel selbst in weit geringerm Grade gefüllt waren oder oft sogar als scharf begrenzte, völlig ungefärbte Flecken in dem gelben Boden wahrgenommen wurden. Aber in den angrenzenden Gegenden oder Lappen zeigte sich hingegen in der interfolliculären Substanz ein eigenthümliches Netz steifer, verzweigter, gelber Balken mit eckigen Maschen (Taf. XVI, Fig. 3 u. 4); die Anfüllung desselben war mittelbar durch die äusseren oder vielmehr die interlobulären Lymphgefässe geschehen, die zuerst die Masse aus dem einförmig infiltrirten Gewebe aufgenommen hatten. Zuweilen gewahrte man einzelne Balken dieses Netzes in einiger Ausdehnung dem Umkreise der Follikel folgen, aber niemals drangen sie in das Innere derselben ein. Wo die Füllung stark war, fand man feine Bleikrystalle in grösserer oder geringerer Zahl in den Maschen zwischen den nichts desto

weniger deutlich gezeichneten Balken; nur spärlich aber sah man Spuren der Injectionsmasse hin und wieder in den Follikeln, und durchaus nicht in den schärfst begrenzten. — Diese netzförmigen Zeichnungen stammen nicht von einer unvollkommnen Füllung der Blutgefässe her — sie kamen nämlich eben so gut zum Vorschein, wenn diese auch vorher injicirt waren, und die verschieden gefärbten Massen begegneten sich niemals; auch sind sie nicht dadurch entstanden, dass die gelbe Masse der Aussenseite der Wandungen der Blutgefässe nachgefolgt ist — sie flechten sich zwischen die Blutgefässe und verzweigen sich unabhängig von denselben (Taf. XVI, Fig. 5), und zwischen dem von beiden insgesammt gebildeten Fachwerk ist das feine Fasernetz nebst seinen mit Lymphkörperchen angefüllten Maschenräumen gespannt. Rühren sie aber wirklich von präexistirenden Canälen her? oder sind sie erst durch die Injectionsmasse selbst als zufällige Verzweigungen des in das einförmige Gewebe einbrechenden Stromes gebildet? Das letztere ist durchaus nicht wahrscheinlich, besonders wenn man das Verhalten an den Orten berücksichtigt, wo das Gewebe vom Strome der Injectionsmasse mehr unmittelbar getroffen und durchdrungen worden ist. Es ist zwar nicht zu läugnen, dass das gelbe Netz, besonders wenn man es bei stärkerer Vergrösserung ansieht, oft ein unregelmässiges Aussehen darbietet: hier wird ein dicker Balken plötzlich unterbrochen, dort setzt sich ein andrer in zwei feinen Streifen fort, die eine Strecke mit einander parallel laufen, um sich entweder wieder zu vereinigen, oder umgekehrt um zuletzt von einander auszuweichen und allmählich verschwinden. Die Füllung des Netzes wird aber kaum durch einen sonderlich starken Druck vor sich gegangen sein können, da die Injectionsmasse immer den grössten Hang haben wird durch die tieferen Lymphgefässe wegzugehen, in der nämlichen Richtung, in der sie eingespritzt worden; denkt man sich nun in den angrenzenden Lappen ein System von Canälen, so wird die in dieses zurückdringende Masse sich nur den Weg bahnen können, indem sie die darin enthaltnen Lymphkörperchen zurücktreibt, so dass sich dieselben zuletzt dicht anhäufen und an einzelnen Orten den Weg gänzlich sperren werden, oder aber sie muss den Raum der Canäle mit den Körnern theilen, indem sie sich z. B. zwischen ihnen und den Wänden ausbreitet. Das letztere hat nun gerade stattgefunden, wo man die erwähnte Theilung in feine Streifen gewahrt, und durch wechselnde Einstellung des Mikroskops kann man in vielen Fällen sich davon überzeugen, dass zwei neben einander laufende Streifen durch eine Lage von Bleikrystallen verbunden werden, und dass dergleichen ausserdem mehr einzeln unter die zwischen den Streifen angehäuften Lymphkörperche[illegible] gesprengt sich finden. — Es ist jedoch unnöthig, sich die abweichenden Zeichnungen, die hie und da wirklich vorkommen können, erklären zu wollen; es ist offenbar, dass man nach der Art und Weise, wie die Füllung geschehen ist, kein vollkommen regelmässiges Aussehen würde erwarten können,

und auf der andern Seite wiederholt sich die nämliche Zeichnung, die nämliche Verzweigung in den Hauptzügen überall mit einer solchen Einförmigkeit, dass man, auch abgesehen von dem, was wir bereits ohne Hülfe der Einspritzung wahrgenommen haben, wohl nicht daran wird zweifeln können, dass sie von der Füllung präexistirender Canäle, von einem Netze der feinsten Lymphgefässe herrühren. — An dünnen, ausgepinselten Schnitten ist es mir etliche Male gelungen, die Wandung dieser Gefässe wahrzunehmen, die aus einer äusserst dünnen, homogenen Haut besteht, von der die Balken des Fasernetzes unmittelbar ausgehen; sie hat gänzlich dasselbe Aussehen wie die grossen membranartigen Ausbreitungen des Netzes, und zweifelsohne sind eben diese in der Wirklichkeit sehr oft Lappen derartiger Gefässwandungen. Dass man an ausgepinselten Schnitten von Präparaten, deren Lymphgefässe nicht injicirt sind, nur mit Schwierigkeit diese Häute zu verfolgen im Stande ist und sich davon zu überzeugen vermag, dass sie wirkliche Röhren bilden, ist leicht zu erklären, da sie ihrer grossen Durchsichtigkeit halber nur sehr wenig in die Augen fallen gegenüber den tiefer gelagerten Netzbalken; vom Rande aus gesehen erscheinen sie selbst als dunklere Balken, und von den im Gesichtsfelde liegenden Gefässwänden werden immer mehrere Abschnitte auf diese Art wahrgenommen werden, so dass sie in dem übrigen verwickelten Netzwerke leicht verschwinden. Indessen findet man gleichwohl nicht gar selten, besonders im Rande sehr dünner Schnitte, mitten unter engeren Maschen einzelne ungewöhnlich gross und langgestreckt, von parallellaufenden Balken begrenzt, und durch wechselnde Einstellung des Mikroskops überzeugt man sich oft, dass ein anscheinender Netzbalken eben eine vom Rande aus gesehene Haut ist. — Die interfolliculären Lymphgefässe besitzen keine Klappen und kein, oder wenigstens kein zusammenhängendes Epithel; hin und wieder sieht man zwar, anscheinend in der Wandung eines Gefässes, das durch Pinseln den grössten Theil der eingespritzten Masse verloren hat, einzelne längliche, fein körnige Kerne, sie kommen aber nur sehr spärlich vor, und ihr Aussehen ist eben so wenig von dem der Netzkerne als von dem der Epithelialkerne der grössern Lymphgefässe verschieden; ich wage es daher nicht irgend eine bestimmte Vermuthung über die Bedeutung dieser Kerne auszusprechen. *Billroth*[1]) zufolge sollen die Lymphgefässe des Drüsengewebes oft mit Epithel ausgekleidet sein; ich vermuthe aber, dass hier eine Verwechslung mit den kleinen Venen stattgefunden hat, deren dünne Wände, sobald die Gefässe leer sind, gerade durch ihre deutliche Epithelbekleidung leicht in die Augen fallen, während die leeren Lymphgefässe an ausgepinselten Schnitten nur selten zu erkennen sind; die mit Epithel ausgestatteten kleinen Gefässe, die er abgebildet hat[2]) und für Lymphgefässe anzusehen geneigt scheint, bieten in ihrem Aussehen nichts

1) l. c. S. 164.
2) Taf. V. Fig. 5.

dar, das sie von den kleinsten Venen unterscheidet, und überdies liegen sie innen in einem Follikel, wo meinen Beobachtungen zufolge keine Lymphgefässe vorgefunden werden. Dagegen bezweifle ich nicht, dass *Billroth* die wirklichen Lymphgefässe zwischen den Follikeln wahrgenommen hat: da er diese aber mit einem coagulirten Inhalte angefüllt fand, sind sie es wohl schwerlich, in denen er das Epithelium gewahrte.

Wie die Lymphgefässe enden, oder vielmehr wie ihre Wurzeln anfangen, und in welchem Verhältnisse sie zu den Maschenräumen des Fasernetzes stehen, lässt sich nicht unmittelbar wahrnehmen; wenn man aber erwägt, dass die Injectionsmasse bei stärkerer Füllung der Lymphgefässe, sogar da wo dieselbe nur durch einen aus den grössern Gefässen zurückgehenden Strom geschehen sein kann, sich auch zwischen den in den Maschenräumen enthaltenen Lymphkörperchen ausbreitet, und dass diese Körperchen durch die Füllung der Blutgefässe und den dadurch ausgeübten Druck in grösserer Zahl in die Lymphgefässe hinüber getrieben werden, und wenn man schliesslich die in den Tonsillen des Embryos stattfindenden Verhältnisse damit zusammenstellt, so wird meines Erachtens nur die Annahme möglich sein, dass die feinsten Zweige der Lymphgefässe sich zuletzt in die Maschenräume selbst öffnen, das heisst: in die ursprünglichen Bindegewebsräume, die vom Anfang an die Bindegewebszellen enthielten, später aber durch die zunehmende Bildung von Lymphkörperchen immer mehr ausgedehnt worden sind und mit einander zusammenflossen. Ich kann daher nicht umhin, mit *Billroth*[1]) mich der vorzugsweise von *Brücke*[2]) und *Leydig*[3]) verfochtenen Annahme von den sogenannten offnen Anfängen der Lymphgefässe anzuschliessen. Ich denke mir, dass sich die Wände der Lymphhaargefässe allmählich in das Fasernetz auflösen, im Wesentlichen ganz so wie *Billroth* es angedeutet hat, jedoch mit dem Vorbehalt, dass die Gefässe nicht unmittelbar aus den Maschenräumen der Follikel, sondern nur aus denen der Zwischensubstanz ausgehen, und nur in so fern als ein unvollständig abgeschlossener Follikel in offner Verbindung mit den letztern steht, wird sein Inhalt sich durch dieselbe hindurch den Weg zu den Lymphgefässen bahnen können. Um diese Auflösung oder richtiger erste Zusammensetzung der interfolliculären Lymphgefässe zu veranschaulichen, erlaube ich mir auf die (Taf. XVI, Fig. 6) mitgetheilte Zeichnung zu verweisen; sie ist zwar im Ganzen völlig schematisch, ich muss jedoch bemerken, dass man zuweilen, wenn man an einem gut ausgepinselten Schnitte ein mit der gelben Masse angefülltes Gefäss verfolgt, gewahrt, wie letzteres allmählich seinen Inhalt verliert und sich zuletzt anscheinend nur als eine grosse membranartige Ausbreitung des Netzes fortsetzt, ganz so wie es auf der

1) l. c. S. 165.

2) Zeitschrift d. Aerzte z. Wien. 1853. S. 378. Sitzungsbericht d. math. naturw. Klasse d. Wiener Akad. 1853, Januarheft u. a. O.

3) Lehrbuch der Histologie S. 403.

Abbildung, z. B. bei *A'* dargestellt ist, und habe ich öfters Bilder gesehen, die ich mir nicht anders, als man es in der Abbildung angedeutet findet, zu erklären im Stande war.

Die Lymphgefässe der Tonsillen verhalten sich demnach im Ganzen folgendermaassen: In dem interfolliculären Drüsengewebe findet sich ein Netz der feinsten Wurzeln, von dem man annehmen muss, dass sie sich unmittelbar in die Maschenräume öffnen, es sind dies die interfolliculären Gefässe, die weder Epithel noch Klappen besitzen, und deren Wände aus einer äusserst dünnen homogenen Haut bestehen (Taf. XVI, Fig. 3, 4 *B*); die von ihnen ableitenden Aeste treten in die Scheidewände zwischen den Lappen hinaus und vereinen sich daselbst zu weiteren, mit einander anastomosirenden Stämmen, den interlobulären Gefässen, die, wie ich wahrgenommen zu haben glaube, mit Epithel ausgekleidet sind, aber noch keine Klappen besitzen (Fig. 4 *A*); diese ergiessen sich ihrerseits in die mit Klappen und Muskelhaut versehenen stärkeren Gefässe des das Organ zunächst umgebenden Bindegewebes. — Beim Ochsen und Schweine fand ich die interfolliculären Gefässe von 0,02 bis 0,04 Mm. im Durchschnitt, in den Vereinigungspunkten aber erweiterten sie sich oft beträchtlich, sogar bis zum doppelten Maasse; die interlobulären Gefässe hatten eine Weite von bis fast 0,1 Mm. Bei noch ganz jungen Thieren war die Lymphgefässverzweigung durchweg wie bei ausgewachsenen Geschöpfen.

Dass nun auch die übrigen folliculären Drüsen in der Schleimhaut des Mundes und des Schlundes gleichfalls mit Lymphgefässen versehen sind, dies kann wohl, schon nach der in allen andern Beziehungen so vollkommenen Gleichheit ihres Baues, kaum einem etwaigen Zweifel unterworfen sein. Die Injection lässt sich hier weniger leicht bewerkstelligen und in den wenigen Fällen, in denen ich sie in den Zungenbalgdrüsen versucht habe, hat sich kein günstiges Resultat ergeben, da die Injectionsmasse das sämmtliche Gewebe dieser nur aus einem einzelnen Lappen bestehenden Organe einförmig durchdrang; jedoch habe ich die Masse in die Lymphgefässstämme des umliegenden Bindegewebes übergehen gesehen. Uebrigens hat, wie bereits erwähnt, *E. H. Weber*[1]) ein feines Netz von Lymphgefässen in einer Zungenbalgdrüse durch Injection von Quecksilber in die Höhle sich füllen sehen, und dieser Beobachtung und den vielen Gründen gegenüber, die für die Richtigkeit derselben sprechen, scheint es mir, dass es *Teichmann*'s[2]) Aussage, wenn er diesen Drüsen Lymphgefässe abspricht, an der gehörigen Beweiskraft fehle. — Ich will noch anführen, dass ich bei einem Kinde Gefässe, mit Lymphkörperchen gefüllt, aus der Pharynxtonsille heraustreten gesehen, dass ich an einem ausgepinselten Schnitte des nämlichen Organs beim Ochsen einen gleichfalls gefüllten, äusserst dünnwandigen Canal innen im Drüsen-

1) *Meckel*'s Archiv 1827. S. 282.
2) l. c. S. 73.

gewebe selbst wahrgenommen habe, und schliesslich dass fast an jedem Schnitte des oberen Theiles vom Schlunde des Schafes mehr oder minder mit Körperchen angefüllte Lymphgefässe im Bindegewebe unter der infiltrirten Schleimhaut vorgefunden wurden.

Der Vollständigkeit halber will ich noch die wenigen Beobachtungen berühren, die ich in Betreff der Nerven gemacht habe, obwohl diese, wie es schon aus *Kölliker*'s[1]) Untersuchungen hervorgeht, ohne Zweifel nicht dem folliculären Gewebe als solchem, sondern nur der in dasselbe aufgelösten Schleimhaut angehören. Im Allgemeinen durchbohren sie das Drüsengewebe als kleine Stämme, die sich dicht unter dem Epithelium zertheilen und ausbreiten. In der Pharynxtonsille bei Kindern sieht man durch Behandlung mit verdünnter Natronlösung ziemlich zahlreiche feine Nervenzweige, die aus dem submucösen Bindegewebe in die interfolliculäre Substanz hineintreten und in der Oberfläche sich in eine Art weites Geflecht unregelmässig zusammengefilzter Primitivröhren auflösen; diese Netze sind aber kaum von den schon längst bekannten in dem ganzen übrigen Theile der Schleimhaut des Schlundes verschieden; nur werden sie gleichsam durch die Follikel unterbrochen, in deren Innerem ich hier eben so wenig als in irgend einem der andern Organe Nerven wahrgenommen habe.

Ich habe im Vorhergehenden die für die Follikel im Gegensatz zur Zwischensubstanz bezeichnenden Eigenschaften nachgewiesen: das zartere und spärlichere Fasernetz, die eigenthümliche Ausstattung mit Blutgefässen und den Mangel an eigentlichen Lymphgefässen; es bleibt mir nun übrig die Art und Weise näher zu betrachten, wie sie sich von dem übrigen Drüsengewebe abgrenzen, in welcher Beziehung jedoch auch bei früheren Anlässen so vieles mitgetheilt worden ist, dass ich mich hier kurz fassen kann. In Uebereinstimmung mit dem was mehrere Verfasser angegeben, sahen wir die Begrenzung durch eine Zusammendrängung des Netzes im Umkreise des Follikels zu Stande gebracht, und es ist bereits öfters angedeutet worden, dass dieselbe in verschiedenem Grade stattfinden könne, bald so, dass die Maschenräume des Follikels noch in einer mehr oder weniger freien offnen Verbindung mit denjenigen der Zwischensubstanz stehen, bald so, dass alle Verbindung gänzlich aufgehoben ist. Dass eine derartige vollständige Abschliessung in vielen Fällen wirklich stattfindet, lässt sich schon daraus ersehen, dass die in das Drüsengewebe injicirte Masse die sämmtliche interfolliculäre Substanz zu durchdringen vermag, ohne im Geringsten in die Follikel selbst hineinzudringen; man ist aber auch im Stande durch unmittelbare Beobachtung davon sich zu überzeugen. Wenn man einen Schnitt aus den Tonsillen oder Zungenpapillen des Schweines auszupinseln versucht, so findet man stets mehrere Follikel sehr schnell leer, indem ihr Inhalt, oft fast auf

1) Handb. d. Gewebelehre S. 377.

einmal, in zusammenhängenden Klumpen weggespült wird; untersucht man bei stärkerer Vergrösserung den scharfgezeichneten Rand derartiger Follikel, so gewahrt man hier oft Lappen einer blassen, feinkörnigen Haut, die nach aussen zu mit der deutlich faserigen Follikelkapsel, die ihrerseits sich wiederum in das Netz der Zwischensubstanz auflöst, zusammenhängt und in dieselbe übergeht, während sie nach innen zu die dünnen, zerstreuten Balken des folliculären Fasernetzes und feine scheidenartige Verlängerungen rings um die eintretenden Haargefässe aussendet. Hat man an einem dickern Schnitte eine grössere Abtheilung von der Wand des Follikels, so kann man durch wechselnde Einstellung des Mikroskops sich davon überzeugen, dass sie durchweg mit einer solchen Lage ausgekleidet ist, in der keine Spuren von Lymphkörperchen anzutreffen sind, wenn gleich hie und da einzelne Häufchen solcher an ihrer inwendigen Seite kleben mögen. In dieser Haut treten wiederum die bekannten blassen, länglichen Kerne auf, zuweilen in einer so grossen Zahl, dass man fast glauben möchte, sie sei mit einem Epithel bekleidet, was jedoch sicherlich nicht der Fall ist; die Kerne beweisen aber, dass die Haut nicht, wie man sonst vielleicht annehmen möchte, von einer Coagulation der im Follikel enthaltenen Flüssigkeit herrührt — was doch schon an und für sich wenig wahrscheinlich ist; denn wesshalb sollte die Coagulation hier nur längs der Wandung des Follikels, nicht aber in seinem Innern oder in dem übrigen Drüsengewebe eintreten, auf welches ja die zur Erhärtung benutzte Lösung in dem nämlichen Grade eingewirkt hat? Mir ist es nicht ganz klar, wie man sich das Entstehen dieser Haut etwa zu denken habe, doch scheint es mir, dass sie von einer besondern Modificirung des nämlichen Gewebes, welches das Fasernetz bildet, herrührt, und mit diesem scheint auch ihr Verhalten zu chemischen Reagentien übereinzustimmen; im Aussehen besitzt sie viele Aehnlichkeit mit den homogenen Adventitien der kleinsten Venen und bis auf einen gewissen Grad mit der innersten Schicht der Tonsillenkapsel, und sie steht zu dem einzelnen Follikel in demselben Verhältniss, wie diese letztgenannte Schicht zu dem gesammten Drüsengewebe. Die Haut wird nicht in allen Follikeln vorgefunden; am häufigsten habe ich sie beim Schweine angetroffen, aber auch beim Pferde, Ochsen und Schafe habe ich sie mehrere Male mit Sicherheit wahrgenommen.

Abgesehen von den ausnahmsweise erscheinenden, abweichenden Formen der Follikel — wie z. B. der von *Henle*[1]) beschriebenen Theilung des begrenzenden Netzes in zwei concentrische Lagen — hat es sich erwiesen, dass ihre wesentlichsten charakteristischen Eigenschaften in verschiedenem Grade auftreten, so dass sogar zwei benachbarte Follikel desselben Organs von einander verschieden sein können — eine Thatsache, die bereits von mehreren Verfassern hervorgehoben ist. In dieser

1) l. c. S. 218.

Beziehung scheinen sich jedoch gewisse Gesetze geltend zu machen, indem namentlich die schärfere Begrenzung von einem mehr verschwindenden Fasernetz und, wie es mir vorkommt, von einer, wenigstens im Verhältniss zur Grösse, geringeren Ausstattung mit Gefässen begleitet ist. Man wird leicht auf die Vermuthung gebracht, dass diese Verschiedenheiten davon herrühren, dass die Follikel sich nicht insgesammt auf derselben Entwickelungsstufe befinden, was in hohem Grade durch die Berücksichtigung der im frühesten Lebensalter obwaltenden Verhältnisse bestätigt wird; bei dem noch ganz jungen Thiere sind die Follikel, in so fern sie schon vorgefunden werden, durchschnittlich minder scharf begrenzt und im Ganzen im Gegensatze zur Zwischensubstanz weniger scharf ausgeprägt als in einem spätern Alter. Vergleicht man verschiedene Thiere, so stellt es sich in der Regel heraus, dass je stärker die Neigung zur Bildung von Follikeln überhaupt bei jedem besonders hervortritt, desto mehr auch die charakteristischen Eigenschaften an diesen zum Vorschein kommen, und dieselben um so häufiger sich vollständig von dem übrigen Drüsengewebe abgrenzen. Die gänzlich geschlossenen, an Blutgefässen und Fasernetz ärmeren Follikel müssen demnach wohl für die meist entwickelten angesehen werden, wenn man gleich auf der andern Seite einräumen muss, dass diese Form bei gewissen Thierarten in der Regel gar nicht erreicht wird. Da nun aber auch bei einem und demselben Individuum neben einander in verschiedenem Grade entwickelte Follikel anzutreffen sind, so unterliegt es wohl kaum einem Zweifel, dass hier eine fortgesetzte Neubildung stattfinden muss, und es entsteht nun die Frage, ob nicht die Follikel überhaupt sich in einem beständigen Wechsel befinden, ob nicht immerfort eine Brut derselben die andere ablöst? Mit Sicherheit lässt sich dies wohl schwerlich entscheiden; ich glaube aber doch, dass wenn gleich der Wechsel der Generationen nicht besonders schnell vor sich geht — dafür scheinen bei dem ausgewachsenen Thiere, was vorzugsweise beim Schweine in die Augen fällt, die jungen Follikel in all zu geringer Zahl gegenüber den mehr entwickelten vorhanden zu sein — jeder einzelne Follikel zweifelsohne nur ein begrenztes Dasein hat und seiner Zeit unabhängig von dem ganzen Organ zu Grunde geht. In dieser Beziehung lasse man nicht ausser Acht, dass bei dem ausgewachsenen Menschen zuweilen gar keine Follikel in dem Drüsengewebe der Tonsillen und der Zungenbälge sich finden, ohne dass dieses übrigens das Gepräge hat, als wäre es unmittelbar von Krankheit angegriffen gewesen, und doch spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie früher vorhanden gewesen; es ist demnach anzunehmen, dass sie hier verschwunden sind, ohne aus irgend einer Ursache, durch neue ersetzt zu werden. Dass die Follikel unter gewissen Umständen sich durch ein Bersten gegen die Oberfläche entleeren können, und dies sogar ohne nachweislichen Einfluss irgend einer Krankheit, die doch vielleicht in

dem von *Boettcher*[1]) angeführten Falle eingewirkt hat, geht unverkennbar aus den in den Zungenpapillen des Schweines wahrgenommenen Verhältnissen hervor, wo einzelne grosse, gefässarme oder vielleicht gefässleere Follikel nur mit einem sehr verdünnten Epithel überkleidet waren oder sich sogar ganz in dieses hinausdrängten, offenbar im Begriff den letzten Rest desselben zu durchbrechen; und hiermit stimmen auch einzelne Beobachtungen andrer Verfasser überein. Es ist aber doch nur sehr selten, dass man deutliche Spuren eines derartigen Berstens antrifft, und in den Tonsillen des Schweines, wo man an jedem Schnitte so zahlreiche Follikel übersehen kann, habe ich dasselbe eben so wenig als in den nämlichen Organen anderer Thiere jemals wahrgenommen. Es kann dieses demnach nur als eine seltene Ausnahme, bei weitem aber nicht als eine Regel angesehen werden, was denn auch schon aus inneren Gründen höchst unwahrscheinlich sein würde. *Boettcher*'s[2]) Meinung, dass die Höhlen der Balgdrüsen durch das Bersten der Follikel und, falls ich ihn recht verstanden habe, durch eine unmittelbar folgende Auskleidung der dadurch entstandenen schalenförmigen Vertiefungen mit Epithel sich erweitern, scheint mir gänzlich ungegründet zu sein. Weit zulässiger scheint mir die Ansicht, dass die Follikel, sobald ihre Rolle ausgespielt ist, oder vielleicht auch unter der Einwirkung gewisser ausserhalb liegender Bedingungen, ihren Inhalt auf einem ganz andern Wege entleeren, indem die Wand, die sie bis da von der Zwischensubstanz und damit vom Lymphstrom abgeschlossen hat, wieder zerfällt, und wenn dagegen der Einwand erhoben werden kann, dass keine positiven Thatsachen vorliegen, die auf eine solche rückgängige Entwickelung hindeuten möchten, namentlich dass keine derartigen vergehenden Follikel wahrgenommen worden sind, so will ich meinerseits auf die Möglichkeit verweisen, dass die öfters vorkommenden undeutlichen Spuren von Follikeln vielleicht Ueberbleibsel solcher sind, die früher existirt haben. — Ich werde übrigens noch einmal auf die hier ausgesprochene Vermuthung zurückkommen.

Die besonders modificirten, in ihrer vollkommensten Form scharf begrenzten und geschlossenen Abtheilungen des Drüsengewebes, die ich bisher überall »Follikel« benannt habe, sind ganz offenbar die nämlichen, die von *Kölliker* und allen späteren Autoren so bezeichnet worden sind; es ist dies demnach die gangbare Benennung, die ich auch im folgenden nicht aufgeben werde, wenn ich gleich eingestehen muss, dass eine Unsicherheit und Verwechslung daraus hervorgehen könnte, indem diese Follikel unläugbar von dem, was in gewissen andern Organen mit demselben Namen bezeichnet wird, wesentlich verschieden sind. Ohne die übrigen verwandten Organe zu berücksichtigen werde ich mich hier auf eine Vergleichung mit den eigentlichen Lymphdrüsen beschränken, die so zu

1) l. c. Fig. 4.
2) l. c. S. 215.

sagen den Mittelpunkt der ganzen Gruppe bilden. Bezüglich derselben wird die Benennung »Follikel« von einzelnen Autoren den nämlichen Abtheilungen beigelegt, die von andern als »Alveolen« oder »Ampullen« bezeichnet werden, und in der neuesten Schrift von *Frey*[1]) werden diese verschiedenen Benennungen ausdrücklich als gleichbedeutend angeführt. Es ist nicht meine Absicht mich auf alle Einzelheiten im Bau der Lymphdrüsen einzulassen; ich verweise auf die von *His*[2]) mitgetheilte Schilderung, von deren genauer Richtigkeit ich mich völlig überzeugt habe. Es ergiebt sich demnach, dass die Follikel der Tonsillen durchaus nicht den Ampullen der Lymphdrüsen entsprechen, sondern dass sie im Gegentheil genau mit den in denselben eingeschlossenen »Vacuolen« übereinstimmen. Nach *His*, der die Vacuolen[3]) zuerst beschrieben und also benannt hat, sind dieselben kugelrund, $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{4}'''$ im Durchschnitt, mit einem dicht zusammengedrängten Fasernetze umgeben, selbst aber bloss mit einem sehr weitmaschigen Geflechte versehen, das in der Mitte sogar meistentheils gänzlich zu fehlen scheint; sie sind von den stärkeren Gefässen des übrigen Drüsengewebes umkreist, besitzen aber in ihrem Innern bloss Haargefässe, die ein weitmaschiges Netz oder oft nur Randschlingen bilden — es ist dies, wie man sieht, ein unsern Follikeln genau entsprechendes Bild. Schon an den Schnittflächen einer Lymphdrüse und einer Tonsille bemerkt man die auffallende Aehnlichkeit zwischen den schalenförmigen Vertiefungen, welche die entleerten Vacuolen an der einen, die Follikel an der anderen bilden, und sobald man unter dem Mikroskop neben einander zwei Schnitte untersucht, die z. B. aus der Tonsille des Schweines und aus einer seiner Halslymphdrüsen genommen sind, so kann man es durchaus nicht mehr in Zweifel ziehen, dass die Follikel in jener und die Vacuolen in dieser identisch sind. — Es ist schon früher besprochen worden, dass die solitären Follikel von den gehäuften etwas verschieden sind, oder, um sich eines richtigern Ausdrucks zu bedienen, dass die Benennung »Follikel« hier eine etwas andere Bedeutung erhält, in so fern man unter demselben nicht allein das nur mit Haargefässen versehene Drüsengewebe, sondern auch die dünne äussere Lage begreift, die der interfolliculären Substanz entspricht; ein solitärer Follikel muss zunächst mit einer der kleinen Ampullen der Lymphdrüsen verglichen werden, die nur eine einzige Vacuole einschliessen.

Als endliches Resultat des in dem vorhergehenden Abschnitte Entwickelten ergiebt es sich wohl unzweifelhaft, dass die folliculären Drüsen

1) l. c.

2) Untersuch. üb. d. Bau der Lymphdrüsen. Leipzig 1861. Bes. Abdruck aus d. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.

3) l. c. S. 7. 19. 20.

der Mundhöhle und des Schlundes Lymphkörperchen bereitende Organe, wirkliche »unipolare« Lymphdrüsen sind; die Lymphkörperchen, die in reichlicher Zahl in den ableitenden Gefässen derselben enthalten sind, können nur in den Drüsen selbst erzeugt sein, und so wie sie abgeführt werden muss eine stete Neubildung daselbst vor sich gehen. Die Tonsillen sind es aber nicht allein, noch die übrigen Balgdrüsen als solche, sondern die Schleimhaut selbst ist es, die in verschiedener, oft sehr grosser Ausdehnung lymphbereitend ist, und die genannten Organe bezeichnen nur die Orte, wo diese Thätigkeit vorzugsweise auftritt und sich am stärksten äussert. — Ueber den eigentlichen Grund, warum gerade diese Orte den Vorzug geniessen, lässt sich schwerlich irgend eine bestimmte Vermuthung aussprechen. Es scheint zwar, als ob die Lymphbildung sich vorzugsweise in den Wandungen der Höhlen kund giebt, die zweifelsohne als einstweilige Behälter des von den traubenförmigen Drüsen abgesonderten Schleimes dienen; dieselben finden sich jedoch bei vielen Thieren durchaus nicht in der Pharynxtonsille, und das überaus reichliche Drüsengewebe in der Zunge des Schweines entfaltet sich unmittelbar in der Oberfläche selbst. Traubenförmige Drüsen schliessen sich in der Regel dem Follikelgewebe an, und an mehreren Orten, wo dieses stark entwickelt ist, sogar in auffallender Menge; aber auf der andern Seite zeigen sich sehr oft dicht gehäufte und starke traubenförmige Drüsen, ohne dass man in der Schleimhaut Spuren von Follikelgewebe antrifft, und umgekehrt tritt dieses auch an Orten auf, wo die traubenförmigen Drüsen fehlen, oder weniger zahlreich als in angrenzenden, follikelfreien Gegenden sind; bei den verschiedenen Thierarten steht der Reichthum an Follikelgewebe durchaus nicht in geradem Verhältnisse zur Anzahl und Grösse der traubenförmigen Drüsen. Im Ganzen genommen lässt es sich doch nicht läugnen, dass in den Gegenden, die die Lieblingsorte des Follikelgewebes sind, ein entschiedener Hang zur Stockung und Anhäufung des Schleimes sich offenbart, wenn er gleich an andern Orten in eben so grosser Menge abgesondert wird, und sehr oft findet man die lymphbereitende Schleimhaut mit einer zähen, klebrigen Flüssigkeit überzogen, welche sogar zuweilen — vielleicht doch nur als Folge der Oeffnung der mannichfachen Drüsengänge, die durch jeden Schnitt getroffen werden — das Drüsengewebe selbst zu durchtränken scheinen mag. Man muss demnach wohl zunächst hierauf sein Augenmerk richten, wiewohl ich gestehe, dass es mir sehr zweifelhaft erscheint, ob *Krause*[1]) das wahre Verhältniss getroffen hat, wenn er es für sehr wahrscheinlich hält, dass »in den peripherischen Lymphfollikeln der Schleimhäute dasjenige, was die Lymphgefässe aus den zahlreichen, mannichfaltigen und an Masse äusserst beträchtlichen Secreten der auf die Schleimhautoberfläche mündenden acinösen und anderen Drüsen aufgenommen haben, weiter verarbeitet und namentlich zur

1) l. c. S. 159.

Bildung neuer Lymphzellen verwendet wird«; es wären wohl noch andere Erklärungsweisen denkbar, um aber nicht zu sehr auf die schlüpfrige Bahn der Muthmaassungen zu gerathen, werde ich die Meinung *Krause*'s unangefochten lassen und somit diesen Punkt verlassen, der sich ja nicht ohne erneuerte umfassende Forschungen aufklären lässt.

Die Bildung der Lymphkörperchen nimmt erst ihren Anfang, nachdem der ganze Organismus zu einer einigermaassen weit fortgeschrittenen Entwickelung gelangt ist, beim Menschen vielleicht gegen die Mitte des Embryonallebens, und sogar in der nächsten Zeit nach der Geburt ist sie noch nicht auf allen den Punkten eingetreten, wo sie später stattfinden soll. Die ersten Lymphkörperchen entstehen, wie wir gesehen haben, durch eine Umbildung und Theilung der in der ursprünglichen Schleimhaut enthaltenen Bindegewebszellen, namentlich in so fern diese in unmittelbarerer Nähe der Blutgefässe liegen; damit ist aber noch nichts in Betreff der Art und Weise ermittelt, wie ihre später fortgesetzte Vermehrung vor sich geht — eine Frage, deren Beantwortung ich jetzt versuchen werde. — *Kölliker*[1]) hat die Ansicht ausgesprochen, dass die Zellen der folliculären Drüsen sich durch Theilung vermehren: er stützt dies darauf, dass man viele Zellen mit zwei Kernen antrifft, grossentheils augenscheinlich im Begriff sich zu theilen; *His*[2]) ist der Meinung, dass die Lymphkörperchen durch Theilung der mehrkernigen Zellen entstehen, die man immer in nicht unbeträchtlicher Zahl in den Maschenräumen des Fasernetzes finde. *Henle*[3]) stellt die Vermehrung durch Theilung nicht in Abrede, hebt jedoch hervor, dass dieselbe nicht bewiesen sei, wenn er gleich, namentlich durch Einwirkung von Essigsäure, Zellenformen wahrgenommen hat, die darauf hindeuten könnten; aber das einzig Entscheidende, Zellen mit zwei vollständig getrennten Kernen gewahre man eben so selten in den Drüsen wie in der Lymphe, und eingeschnürte, zur Theilung vorbereitete Zellen seien bei dem Erwachsenen weder hier noch dort von irgend einem Beobachter wahrgenommen worden. — Ich habe zwar, wie auch *Frey*[4]), nur äusserst selten Spuren von Theilungsformen unter den Lymphkörperchen gesehen, die rings um den Rand eines jeden Präparats in grosser Menge schwimmend oder in den Maschenräumen des Drüsengewebes freiliegend vorgefunden werden; gleichwohl stehe ich nicht an, mich für die Richtigkeit der Ansicht zu erklären, dass die Körperchen auch bei ausgewachsenen Thieren durch eine beständig fortgesetzte Zellentheilung erzeugt werden — nur glaube ich dieselbe auf die früher besprochenen Adventitialzellen zurückführen zu müssen.

Es wäre überflüssig hier wiederum aller der Orte zu erwähnen, an

1) Würzburg. Verhandl. Bd. VII. 1857. S. 193.
2) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. X. S. 341.
3) l. c. S. 208.
4) l. c.

denen man bei dem ausgewachsenen Thiere die Lymphkörperchen dicht rings um die Wandungen der Blutgefässe gelagert findet, und wo man meistentheils zugleich die Adventitialzellen mehr oder minder deutlich wahrnimmt und Anlass hat, das Verhältniss zu untersuchen, in welchem diese zu den Lymphkörperchen stehen: als Orte aber, die sich vorzugsweise für die Forschung eignen, will ich den vordern Theil der Zunge des Schweines und des Schafes, den Schlund des letzteren Thieres und die Scheidewände zwischen den Lappen seiner Tonsillen, so wie die innerste Lage der Tonsillenkapsel beim Schweine und vor allen die beim Pferde nennen. Dem zuletzt genannten Orte sind die (Taf. XVI, Fig. 9. 10 und 11) abgebildeten Präparate entnommen; die dargestellten Verhältnisse sind nach Erhärtung in Chromsäure ohne Anwendung anderer Reagentien besonders deutlich, wenn man unter dem Mikroskop einen hinlänglich dünnen Flächenschnitt, am liebsten in Glycerin, ausbreitet; selbstverständlich kann man jedoch viele Läppchen der Kapsel vergebens abschneiden, ehe man einen Schnitt erhält, der gerade die rechte Lage getroffen hat, ohne etwas vom dichten Drüsengewebe zu umfassen oder mit anhangendem lockeren Bindegewebe zu sehr behaftet zu sein.

In dem äusserst feingestreiften Gewebe gewahrt man einzelne Arterien, mit einer deutlicher faserigen Adventitia umhüllt, und zahlreiche, netzförmig anastomosirende Venen (*A*), die zunächst von einem anscheinend homogenen Bindegewebe umgeben werden. Die bekannten, blassen, länglichen, flachen Kerne (*a*) sieht man allenthalben eingestreut, aber dicht rings um die Venen finden sie sich in grösserer Zahl, und zwischen denselben zerstreut treten hier zugleich unverkennbare Zellen auf mit hellen, feinkörnigen, blasenartig ausgespannten Zellenkörpern und kleineren, dunkler contourirten, leicht länglichen oder kugelrunden Kernen. Hin und wieder — am häufigsten rings um Gefässe, deren Weite nur wenig 0,01 Mm. übersteigt — liegen diese Zellen vereinzelt (*b*, *b'*) und sind in solchem Falle oft von einer erheblichen Grösse (0,015—0,0175 Mm., 0,0125 Mm. breit, mit einem 0,007—0,0075 Mm. langen und 0,005—0,006 Mm. breiten Kerne), während man an anderen Orten kleine Gruppen von 2—3 kleineren Zellen dicht an einander gedrückt antrifft. Rings um die stärkeren 0,02—0,03 Mm. weiten Venen findet man dagegen eine ganze dicke Lage von gehäuften Zellen und Kernen, und unter diesen erkennt man theils die grossen länglichen Kerne wieder, theils auch einzelne der soeben beschriebenen grossen Zellen, theils vollkommene Lymphkörperchen (*d*), die in keiner Beziehung von jenen abweichen, welche in den Maschen des Drüsengewebes und in den Lymphgefässen enthalten sind, und theils endlich Zellen, die in Grösse und Form den Mittelweg zwischen den zwei zuletzt genannten Arten behaupten. Deutliche Theilungsformen giebt es nicht selten; bald gewahrt man eine langgestreckte Zelle mit zwei völlig getrennten Kernen, die jeder für sich schon ganz denen der Lymph-

körperchen ähnlich sind (Fig. 11 *c*), bald ist eine derartige Zelle mehr oder minder tief biscuitförmig eingeschnürt (Fig. 11 *c' c'*), und bald liegen zwei von einander getrennte Zellen noch dicht an einander gedrückt (Fig. 10 *c''*). Die Lymphkörperchen liegen oft in Reihen geordnet, die zuweilen das Bindegewebe so zu sagen zerspalten, wodurch es den Anschein bekommen kann, als wären sie in einem wirklichen Gefässe eingeschlossen (Fig. 10 *e*). — Rings um die eigentlichen Haargefässe trifft man nur selten einzelne Zellen und Lymphkörperchen an, und sie fehlen gänzlich in den faserigen Adventitien der grösseren Venenstämme, die in der äussern Lage der Kapsel und in dem lockern submucösen Bindegewebe verlaufen. — Man wird sich dessen erinnern, dass im Embryonalleben auch Lymphkörperchen zwischen den Bündeln der Adventitien der kleineren Arterien vorkamen; bei dem ausgewachsenen Thiere aber ist dies, so weit ich wahrgenommen habe, niemals der Fall; ihre Bildung scheint hier ausschliesslich an die Venen gebunden zu sein.

An mehreren der früher erwähnten Orte liegen gewöhnliche Lymphkörperchen so dicht um ein Bündel Blutgefässe oder um ein einzelnes derselben gehäuft, dass sie die verhältnissmässig wenig zahlreichen grösseren Zellen gänzlich verbergen; die Adventitien sind bei so bewandten Umständen bereits in ein vollständiges Fasernetz aufgelöst, und ich kann nicht umhin, die Aufmerksamkeit auf die grosse Aehnlichkeit hinzulenken, die dieses Verhältniss mit den Drüsenschläuchen der Marksubstanz der Lymphdrüsen darbietet, so wie diese von *His*[1]) durchaus richtig beschrieben worden sind.

Es ist möglich, dass diese peripherischen Schichten des folliculären Drüsengewebes, die vorzugsweise der Gegenstand der vorliegenden Forschungen waren, als jüngere, noch nicht völlig entwickelte Abschnitte anzusehen sind, deren Bestimmung es ist, die ganze Drüse wieder zu ersetzen, je nachdem ihr ursprünglicher Stoff allmählich verbraucht wird; nichts lässt jedoch vermuthen, dass die Bildung der Lymphkörperchen in dem dichten Drüsengewebe auf eine andere Weise stattfinden sollte, als es in jenen Lagen der Fall ist, und es fehlt auch nicht an Belegen dafür, dass der Vorgang auch hier ganz derselbe sei; man findet, wie schon früher erwähnt, auch hier die grossen Zellen längs der Gefässwände, und sehr oft gewahrt man an übrigens völlig ausgepinselten Schnitten Gruppen von Lymphkörperchen noch an diesen Wänden festhangen (Taf. XVI, Fig. 1).

Die oben mitgetheilten Thatsachen können kaum anders ausgelegt werden, als dass sie der Ausdruck einer beständig fortgesetzten Theilung der Adventitialzellen sind: Von den durch die erste Theilung entstandenen Zellen bleiben einige an dem ursprünglichen Platze dicht an der Venenwand liegen, und diesen ist es vorbehalten, die volle Grösse wieder

1) Unters. üb. d. Bau der Lymphdr. S. 12.

zu erlangen, um als neue Adventitialzellen die Mütter späterer Generationen zu werden; die als letzte Stufe erzeugte, zahlreichste und kleinste Brut von Zellen aber wird zu wirklichen Lymphkörperchen, die durch den fortwährend von der Gefässwandung ausgehenden Druck neuer Generationen in die Maschenräume des Drüsengewebes hinausgetrieben werden, aus denen sie wieder in die Lymphgefässe hinübergehen, um von diesen schliesslich dem Blutstrome zugeführt zu werden — es ist dies der weite Weg, den sie zurücklegen müssen, um an der Innenseite der Wände zu gelangen, von deren Aussenseite sie sich bei ihrem Entstehen losgerissen haben.

Der Umstand, dass wir die Lymphbildung nur von den Wänden der Venen ausgehen gesehen haben, verträgt sich gut mit dem bedeutenden Uebergewicht, das diese Gefässe an Zahl über die Arterien zu besitzen sich zeigten; das reiche Venennetz bildet in der That einen der am meisten hervortretenden Bestandtheile des Drüsengewebes, und im Embryonalleben erschien es als die erste Spur der später folgenden Entwickelung desselben.

Man wird übrigens leicht gewahr, dass diese ganze Darstellung sich sehr nahe den Ansichten anschliesst, die *Brücke*[1]) bereits längst bei mehreren Gelegenheiten ausgesprochen hat, und dass sie gleichfalls mit gewissen Verhältnissen genau übereinstimmt, die von *Leydig*[2]) bei niederen Thierformen nachgewiesen worden sind; in der Hauptsache enthält sie nur das nämliche, was mit mehr oder weniger Bestimmtheit von diesen beiden Forschern ausgesprochen worden ist, und, wie man deutlich erkennt, einzelnen anderen, namentlich *Billroth*[3]) vorgeschwebt hat, dass nämlich die Adventitien der kleineren Blutgefässe der eigentliche Herd der Lymphbildung sind, und dass die Wurzeln der Lymphgefässe unmittelbar von den Maschenräumen des Netzes ausgehen, in welches diese Adventitien aufgelöst sind.

Welche Bedeutung ist nun aber wohl den Follikeln zuzuschreiben, diesen in dem völlig entwickelten Drüsengewebe so bestimmt ausgeprägten und hervorragenden Abtheilungen, die selbst keine ableitenden Lymphgefässe besitzen, ja sogar einen so entschiedenen Hang offenbaren, ihren Inhalt von jeglicher Verbindung mit dem Lymphstrom auszuschliessen? — Sie treten erst auf einer späteren Entwickelungsstufe auf, nachdem die Lymphbildung schon längst im Gange gewesen ist, und bei dem ausgewachsenen Thiere findet sich noch an vielen Orten Drüsengewebe ohne irgend eine Spur von Follikeln, in welchem aber dennoch Lymphkörperchen erzeugt werden; eben diejenigen Orte sogar, wo wir

1) Zeitschr. d. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien 1853. — Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. W. Akad. 1853. Im Januar- u. Märzhefte u. a. m. O.

2) Untersuch. üb. Fische u. Reptilien. Berlin 1853. — *Müller*'s Archiv 1854. — Lehrbuch d. Histologie.

3) l. c.

am deutlichsten die Bildung vor sich gehen gesehen haben, waren von den Follikeln gänzlich unabhängig. Die Function kann demnach nicht an die Follikel einzig und allein gebunden sein. Ja, noch mehr, sie wird in ihnen nur in geringerem Grade als in dem übrigen Drüsengewebe stattfinden können, und wird wahrscheinlich allmählich in ihnen abnehmen müssen, je nachdem sie sich ihrer völligen Entwickelung nähern. — Die Bildung von Lymphkörperchen ist ja eben von den Blutgefässen abhängig und findet nur in sehr geringem Grade um die kleinsten derselben statt; die Follikel sind aber weit weniger gefässreich als die Zwischensubstanz, und die wenigen Gefässe, die sie besitzen, gehören gerade zu den kleinsten: je entwickelter sie sind, desto mehr tritt die Armuth an Gefässen hervor. — Hat man demnach, was die Vermehrung an Lymphkörperchen anlangt, den Follikeln nur eine untergeordnete Rolle zuzuschreiben, so liesse sich vielleicht vermuthen, dass den in ihnen enthaltenen Körnern durch den längeren Aufenthalt im Drüsengewebe und unter Einwirkung der Flüssigkeit, eine so zu sagen sorgfältigere Bearbeitung zu Theil würde, die sie zur Erreichung eines etwaigen unbekannten Zweckes besonders geeignet machte: — man vermag jedoch keinen Unterschied zwischen den Lymphkörperchen der Follikel und allen den übrigen nachzuweisen, und diese Muthmaassung würde somit auf nichts sich stützen können. — Auch für die Zubereitung der Flüssigkeit, welche die Lymphkörperchen wegspült, kann man den Follikeln keine besondere Bedeutung zuschreiben, so lange man nicht nachgewiesen hat, dass die Flüssigkeit verschiedene Eigenschaften besitzt, je nachdem sie aus Drüsen herströmt, in denen solche vorhanden sind, oder umgekehrt. Wenn man auch mit *Krause* annehmen möchte, dass eine Bearbeitung von Stoffen stattfinde, die aus dem Absonderungssaft der traubenförmigen Drüsen aufgenommen sind, so können die Follikel als solche nicht dabei betheiligt sein, da sie auch an Orten angetroffen werden, die tief unter der Oberfläche und so weit als möglich von allen traubenförmigen Drüsen entfernt liegen; — wir haben ja nämlich gesehen, dass die Vacuolen der Lymphdrüsen und die Follikel ganz dasselbe sind.

Bei den verschiedenen Thierarten haben wir die Follikel in grösster Menge und in der am meisten entwickelten Form bei den wohlgenährten Hausthieren und vorzugsweise bei dem zur Fettbildung so stark disponirten Schweine[1]) wahrgenommen; durch eine Vergleichung des Menschen

1) Bekanntlich bietet dieses Thier einen grossen Reichthum an Follikeln auch in andern Schleimhäuten dar, sogar, wie *Krause* (Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860. S. 114. Anm.) nachgewiesen hat, in der Mutterscheide, wo man sie bisher bei anderen Thieren nicht beobachtet hat. Wenn *Stromeyer* (Deutsche Klinik 1859. Nr. 25) bei freilebenden wilden Schweinen weniger Conjunctivalfollikel als bei derartigen aus einem eingezäunten Thiergarten gewahrte, und unter zahmen Schweinen die wenigsten bei solchen, die am meisten sich in der freien Luft bewegten, so spricht vielleicht einigermaassen die Wahr-

mit den Thieren ergab es sich, dass die Follikel bei jenem weit häufiger vermisst wurden, und ich habe bereits die Aufmerksamkeit darauf hingelenkt, dass menschliche Leichname im Allgemeinen durch Krankheiten abgemagert sind, während fast immer das Entgegengesetzte bei den thierischen Körpern der Fall ist, die man zur Untersuchung benutzt; wir haben ausserdem ein paar Beispiele davon gesehen, dass bei einem gesunden und kräftigen Menschen zahlreiche und entwickelte Follikel wahrgenommen wurden, während diese bei einem andern desselben Alters, der einer auszehrenden Krankheit erlegen war, gänzlich fehlten oder vielmehr verschwunden waren. Diese Umstände deuten darauf hin, dass die Zahl und Entwickelung der Follikel sich nach dem ganzen Ernährungszustande des Körpers richten. — Dass das Drüsengewebe überhaupt in einem derartigen bestimmten Verhältnisse zur Ernährung stehen könnte, liesse sich vielleicht im voraus erwarten, es muss jedoch ausdrücklich bemerkt werden, dass gerade die Follikel, die am wenigsten thätigen Abtheilungen desselben, es sind, die in dem fleischigen Körper so zahlreich vorkommen und in dem ausgezehrten verschwinden und dass der Grad, in dem diese entwickelt sind, zunächst der Ausdruck des Ernährungszustandes zu sein scheint, insofern er sich in den folliculären Drüsen abspiegelt. — Es unterliegt nun auf der andern Seite wohl kaum einem Zweifel, dass der Organismus nicht zu jeder Zeit und unter allen Umständen eine gleich starke Zufuhr von den in den Drüsen erzeugten Lymphkörperchen nöthig hat, und es ist durch zahlreiche Erfahrungen erwiesen, dass die Menge, in der diese als farblose Körperchen im Blute auftreten, äusserst verschieden sein kann und von vielen Bedingungen abhängig ist; es ist bekannt, dass sie zuweilen, z. B. nach starken Blutverlusten, plötzlich in ausserordentlicher Menge auftreten. Gewiss lässt es sich schwerlich in Abrede stellen, dass, was die Erzeugung von Lymphkörperchen anbelangt, dieselbe mit grösserer oder geringerer Schnelligkeit stattfinden könne, je nachdem die Umstände es erheischen, es fehlt aber gleichwohl, so scheint es mir, nicht an gewichtigen und augenscheinlichen Gründen um anzunehmen, dass sie nicht stets im Verhältniss zu dem gleichzeitigen Gebrauche stehe und dass unter gewissen Umständen sich ein Ueberschuss ansammle, der unter andern wieder verbraucht werde; vielleicht ist es in dieser Beziehung am Platze, noch einmal des gerade in fetten Körpern stattfindenden Follikelreichthums zu gedenken.

Um jedoch die Richtigkeit der Vermuthung zu bestätigen, die ich, wenn gleich höchst ungenügend, durch die vorangehenden Betrachtungen zu stützen versucht habe, und die mir mit dem ganzen Bau der Follikel und ihrer in verschiedenem Grade stattfindenden, sonst so räthselhaften Abschliessung vom Lymphstrome ganz gut in Einklang zu stehen scheint,

scheinlichkeit dafür, dass sie im Ganzen genommen in grösster Zahl bei den fettesten Thieren dagewesen sind.

wäre eine neue Reihe von Forschungen nöthig, die die Follikel sämmtlicher Schleimhäute und zugleich wenigstens die Vacuolen der Lymphdrüsen umfasste, um den Grad ihrer Entwickelung in Verhältniss zum ganzen Ernährungszustande des Körpers und zu noch andern Bedingungen zu erörtern; ich werde demnach hier nicht eine Begründung weiter verfolgen, die doch nicht befriedigend ausfallen würde, sondern mit der Aufstellung der Frage schliessen, ob nicht der Lebenslauf der Follikel dermaassen aufzufassen sei: dass sie ursprünglich von den, schon zur Zeit überflüssigen, Lymphkörperchen gegründet werden, die am ungünstigsten gelagert sind, um in den Lymphstrom hinein zu gelangen, und dass sie allmählich, so wie sie langsam wachsen — wobei sich zugleich ihr eigenthümliches Blutgefässnetz entwickelt —, durch das Zusammendrücken des Fasernetzes im Umkreise sich immer stärker abzugrenzen und sich dichter zu schliessen streben, bis der Organismus unter eintretenden Verhältnissen auf ihren Inhalt Anspruch macht, der in dem Falle die Wandung durchbricht oder aufs Neue zersprengt und durch die Lymphgefässe weggeht — mit andern Worten, ob sie nicht als einstweilige Behälter einiger der, unter normal günstigen Verhältnissen immer bis auf einen gewissen Grad im Ueberschuss erzeugten Lymphkörperchen dienen?

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIV.

Die kleinen Buchstaben bezeichnen, wo sie nicht besonders angeführt sind, sowohl in Taf. XIV. als XV überall dasselbe.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt der Tonsille des Hasen.

Fig. 2. Flächenschnitt derselben.

L. Die vordere Lippe der Tonsille.

a. Die Höhle.

b. Das Epithel und die Schleimhautpapillen.

c. Die Tonsillenkapsel.

d. Das interfolliculäre Drüsengewebe.

e. Follikel.

f. Traubenförmige Drüsen.

g. Ausführungsgänge traubenförmiger Drüsen.

h. Submucöses Bindegewebe.

Fig. 3. Senkrechter Schnitt der Tonsille des Schweines.

c'. Die Verlängerungen der Kapsel zwischen die Lappen hinein.

c''. Freie Lage von dicht faserigem Bindegewebe.

Fig. 4. Senkrechter Schnitt einer der grossen Papillen der Zungenwurzel des Schweines.

e'. Ein Follikel, an dessen Oberfläche das Epithelium verdünnt ist und die Schleimhautpapillen fehlen.

k. Blutgefässe.

l. Grosse Fettzellen.

m. Formlose Lymphinfiltration rings um die kleineren Gefässverzweigungen.

Fig. 5. Querschnitt einer gleichen Papille.

Fig. 6. Senkrechter Schnitt einer Zungenbalgdrüse des Schweines.

PP. Zwei grosse Papillen, worin eine formlose Lymphinfiltration.

d'. Drüsengewebe mit Follikeln unmittelbar in der Zungenoberfläche.

Fig. 7. Flächenschnitt der Tonsille des Schafes.

Fig. 8. Flächenschnitt der Tonsille des Rehes.

Fig. 9. Querschnitt eines zusammengesetzten Lappens der Tonsille des Ochsen.

Fig. 10. Senkrechter Querschnitt der Tonsille eines ganz jungen Kalbes.

dd. Drüsengewebe ohne Follikel.

b. Die Schleimhaut in ihrer Gesammtheit mit dem Epithelium.

Fig. 11. Senkrechter Querschnitt der Tonsille des Pferdes.

Fig. 12. Senkrechter Schnitt durch einen einfachen Lappen derselben.

Fig. 13. Senkrechter Schnitt einer Zungenbalgdrüse des Pferdes.

Fig. 14. Senkrechter Querschnitt der Tonsille des Hundes.

Fig. 15. Senkrechter Querschnitt der Tonsille der Katze.

Fig. 16. Senkrechter Querschnitt der Tonsille des Igels.

Fig. 4, 5, 12 und 13 sind ungefähr 10 Mal, Fig. 7—11 kaum 2 Mal, die übrigen 4—5 Mal vergrössert.

Tafel XV.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt des Schlundes eines erwachsenen Menschen.

A. Der Keilbeinkörper.

B. Die Keilbeinhöhle.

C. Die Nasenscheidewand.

D. Das Gaumensegel.

E. Das Zäpfchen.

F. Die Zunge.

G. Der Kehldeckel (Epiglottis)

H. Die Tonsille

I. Der Schlund.

K. Die Nasenhöhle mit den hinteren Enden der mittleren und unteren Muschel.

L. Die Mündung der Eustachischen Röhre.

M. Die Schlundgrube.

N. Schnitt durch die mittlere Falte der Pharynxtonsille.

O. Die Furchen an der Oberfläche der Pharynxtonsille.

P. Mündungen traubenförmiger Drüsen.

Q. Kreisfurche, die das Schlundgewölbe von der Nasenhöhle abgrenzt.

Fig. 2. Senkrechter Schnitt durch die Pharynxtonsille eines Kindes. Ungefähr 2 Mal vergrössert.

A. Lig. cephalo-pharyngeum.

B. Bündel des M. rectus capitis ant. major.

C. Muskelhaut des Schlundes.
C'. Die Schlundfascie.
D. Die Schleimhaut.
E. Schnitt durch den Knorpel der Eustachischen Röhre.
F. Die Schlundgruben.
G. Kleinere Furchen der Pharynxtonsille.

Fig. 3. Flächenschnitt der Pharynxtonsille eines Kindes. Ungefähr 12 Mal vergrössert. Der Schnitt ist unter dem Boden der Schleimgruben gefallen und hat demnach bloss die Ausführungsgänge der traubenförmigen Drüsen getroffen *(g)*. Die Follikel haben durch ein leichtes Auspinseln grösstentheils ihren Inhalt verloren.
c'. Freie Bindegewebsstreifen in der Mitte der Falten.

Fig. 4. Senkrechter Querschnitt der Tonsille eines erwachsenen Mannes. Ungefähr 2 Mal vergrössert.
A. Losgerissene Läppchen, die den Balgdrüsen der Zungenwurzel ähnlich sind.
b'. Die Schleimhaut mit Papillen und Epithel.

Fig. 5. Flächenschnitt durch eine Gruppe Zungenbalgdrüsen eines erwachsenen Mannes.

Fig. 6. Senkrechter Schnitt der Tonsille eines 3'' langen Rindsembryo's. 20 Mal vergrössert.
A. Das Gaumensegel.
B. Die Zunge.
C. Das Zungenbein.
D. Der Eingang der Tonsillenhöhle.
E. Die Tonsille.
F. Epithel.
G. Muskeln.

Fig. 7. Schnitt durch einen Theil der Tonsille eines 7'' langen Rindsembryo's 20 Mal vergrössert.
A. Die Tonsillenhöhle und ihre Verzweigungen.
B. Ausführungsgänge traubenförmiger Drüsen.
C. Lappen traubenförmiger Drüsen.
D. Eine ganze traubenförmige Drüse.
E. Das die Tonsille umgebende Bindegewebe.
E'. Verlängerungen desselben zwischen die Lappen hinein, mit sehr zahlreichen Bindegewebszellen.
F. Muskelbündel.

Fig. 8. Senkrechter Schnitt durch ein Läppchen der Tonsille eines 6monatlichen Menschenembryo's. 40 Mal vergrössert.
A. Die Höhle.
B. Epithel.
C. Muskeln.
D. Blutgefässstämme in dem submucösen Bindegewebe.
E. Das mit Lymphkörperchen durchsetzte Gewebe in der Wandung der Höhle.

Fig. 9. Senkrechter Schnitt einer Schleimhautpapille von der Oberfläche einer Zungenbalgdrüse beim Menschen. Ausgepinselt. Starke Vergrösserung.

a. Die tiefsten Epithelialzellen.
b. Lymphkörperchen, die noch einzelne Maschenräume ausfüllen.
c. Querschnitte von Blutgefässen.

Fig. 10. Starker Netzbalken des Fasernetzes in einer Ampulle einer Halslymphdrüse vom Schweine. Sehr starke Vergrösserung.

Fig 11. Ein Theil eines ausgepinselten Schnittes der Tonsille des Schweines Starke Vergrösserung.
A. Ein Theil einer Follikelkapsel, aus der man zarte Netzbalken hineintreten sieht in den
B. Follikel, während sie sich gradweise auflöst in
C. das interfolliculäre Fasernetz, worin einzelne Kerne wahrgenommen werden.
K. Haargefässe.

Fig. 12. Von der Tonsille des Schweines. Starke Vergrösserung.
AA'. Die stark zusammengedrängte, mit kleinen Gruppen und Reihen von Lymphkörperchen durchsetzte Zwischensubstanz zwischen
BB. drei durch das Auspinseln entleerten Follikeln.
I. Blutgefässe.
K. Haargefässe.
LL. Interfolliculäre Lymphgefässe.

Tafel XVI.

Fig. 1. Ein Theil eines ausgepinselten Schnittes der Tonsille des Schweines. Starke Vergrösserung. Stark geschlängelte Venen (ungefähr 0,025 Mm. im Durchschnitt) der interfolliculären Substanz. Längs der Venen sieht man einzelne Adventitialzellen und kleine Gruppen von Lymphkörperchen.

Fig. 2. Injicirte Blutgefässe der Follikel und der Zwischensubstanz der Pharynxtonsille des Hundes. 40 Mal vergrössert.

Fig 3. Interfolliculäres Lymphgefässnetz der Tonsille des Ochsen. 40 Mal vergrössert.
AA. Follikel.

Fig. 4. Aus der Tonsille des Ochsen. 40 Mal vergrössert.
AA. Interlobuläre Lymphgefässe.
BB. Die interfolliculären Lymphgefässnetze.

Fig. 5. Aus der Tonsille des Schweines. 90 Mal vergrössert.
A. Ein interfolliculäres Lymphgefäss.
B. Eine Vene.

Fig. 6. Schematische Darstellung des Anfangs der interfolliculären Lymphgefässe (*AA*) und der Verbindung derselben mit den Maschenräumen des Fasernetzes (*BB*).

Fig. 7. Verschiedene Zellenformen des Bindegewebes an der Grenze der mit Lymphkörperchen dicht infiltrirten Lage der Tonsille bei einem $5\frac{1}{2}$ monatlichen menschlichen Embryo. Starke Vergrösserung.
A. In grösserem Abstande vom Drüsengewebe.
B. Näher dem Rande desselben.
C. Kleine Gruppen Lymphkörperchen dicht an den aus dem Drüsengewebe heraustretenden Venen.

Fig. 8. Eine Arterie (von 0,0225 Mm. im Durchschnitt), deren Adventitia mit Lymphkörperchen durchsetzt ist. Aus der Peripherie des Drüsengewebes der nämlichen Tonsille wie in der vorigen Figur.

Fig. 9. 10. 11. Aus der innersten Lage der Tonsillenkapsel des Pferdes. Starke Vergrösserung.

AA. Mit Epithel ausgekleidete Venen (von 0,015—0,025 und 0,027 Mm. im Durchschnitt.)

B. Haargefässe.

aa. Flache, längliche Kerne.

bb'. Grosse Zellen (Adventitialzellen) mit runden Kernen. Die bei *b'* liegenden Zellen in Fig. 9 haben wahrscheinlich an einer Vene gelegen, die nicht im Schnitte gesehen wird.

cc'c''. Verschiedene Theilungsformen der Adventitialzellen.

dd. Lymphkörperchen.

e. Eine Reihe Lymphkörperchen nebst einem Paar grosser Zellen in einem spaltenförmigen Raume des Bindegewebes eingeschlossen.

Das Gehörorgan der Cyprinoiden mit besonderer Berücksichtigung der Nervenendapparate.

Von

Dr. Gustav Láng.

(Vorgetragen im ungarischen Naturforscher-Verein zu Pesth am 10. Dec. 1862.)

Mit Taf. XVII.

Das Gehörorgan beschäftigt in neuester Zeit eine ganze Reihe von Histologen und bezüglich des Labyrinthes haben bis jetzt die theils vergleichenden, theils den Bau der Nervenendapparate behandelnden Arbeiten von *Reich*[1]), *Leydig*[2]), *Kölliker*[3]), *Max Schultze*[4]), *Deiters*[5]) und *Franz Eilhard Schulze*[6]) schon eine Fülle von aufklärenden Entdeckungen geliefert. Trotzdem glaubte ich mich an keine überflüssige Arbeit zu machen, wenn ich die bisherigen Erfahrungen einer controlirenden Bearbeitung unterzog und nachforschte, wie weit unser positives Wissen bezüglich des Baues des Labyrinthes reicht und welche Fragen als bisher noch unerledigt hingestellt werden müssen.

Meine bisher gemachten Untersuchungen beschränken sich zwar meiner geringen Geldmittel wegen blos auf die Cyprinoiden; nachdem jedoch durch mehrere Autoren die Uebereinstimmung im Bau des Labyrinthes bei den verschiedensten Thiergattungen und Ordnungen erwiesen ist, so glaube ich den Erfolgen meiner Forschungen mit demselben Rechte eine Verallgemeinerung vindiciren zu dürfen, nach welchem man sich nicht scheut die Entdeckungen *Max Schultze's* oder *Fr. E. Schulze's* auf höhere Thierclassen zu übertragen.

Die von mir untersuchten Gattungen und Arten sind: Barbus flu-

1) *R. Reich*, Ueber den feineren Bau des Gehörorgans bei Petromyzon in *A. Ecker's* Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1857.

2) *Leydig*, Histologie des Menschen und der Thiere.

3) *Kölliker*, Handbuch der Gewebelehre, 3. Aufl.

4) *M. Schultze*, Ueber die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinth. *Müller's* Arch. 1858.

5) *Otto Deiters*, Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien. *Du Bois'* Arch. 1862.

6) *Fr. Eilhard Schulze*, Zur Kenntniss der Endigungsweise der Hörnerven bei Fischen und Amphibien. *Du Bois'* Arch. 1862.

viatilis, Squalius dobula Heck., Cyprinus Carpio, Idus melanotus und noch eine nicht näher bestimmte Gattung.

Bei dem bedingenden Zusammenhang, welcher nothwendigerweise zwischen dem Nervenapparate und den morphologischen Verhältnissen des Gehörorgans besteht, hielt ich es der Mühe werth nicht blos den feinen Bau des ersteren, sondern auch die letzteren einer genauen Untersuchung zu unterziehen. Es sei mir daher gegönnt, dieser letzteren Untersuchungen mit wenig Worten zu gedenken.

Das Gehörorgan der Cyprinoiden besteht, wie bekannt, aus dem dem Gehirn anliegenden Vorhof (Vestibulum) mit den dazu gehörigen halbzirkelförmigen Canälen und aus dem Sack (Saccus), welcher gleichsam ein Anhängsel des ersteren bildet. *E. H. Weber* lässt in seiner classischen Arbeit: »De aure animalium aquatilium« nicht nur die eben genannten Gehörtheile unter einander in offener Verbindung stehen, sondern er lässt auch den unpaaren Sinus in das Gehörorgan einmünden. Dieser Ansicht *Weber's* haben sich die späteren Autoren angeschlossen. Dass die halbzirkelförmigen Canäle offen in den Raum des Vorhofs einmünden, unterliegt keinem Zweifel. Jedoch bezüglich der Stellung und Einpflanzung jener in den Vorhof sind die Verhältnisse nicht ganz der Beschreibung und Darstellung *Weber's* entsprechend. Die Ampullen des vorderen und äusseren Bogenganges münden am vorderen Rande des Vorhofs ein; die Ampulle des hinteren Bogenganges hingegen sammt den Ursprüngen der Bogengänge münden ganz rückwärts ein und zwar so, dass die äussere Wand des Vorhofes vor dieser Einmündung in das Innere einen Vorsprung bildet, womit sie gleichsam den Vorhof in eine vordere grosse und in eine kleine hintere Abtheilung trennt. Vollständig ist jedoch diese Trennung nicht, indem die in den Vorhofraum einspringende Leiste der nach aussen zu gelegenen Wand nicht die entgegengesetzte innere Wand erreicht, so dass zwischen den hinteren Einmündungsstellen und der vorderen grossen Abtheilung des Vorhofs noch immer eine Spalte zum Communiciren der Endolympha übrig bleibt.

Von der zwischen Vorhof und Sack bestehenden Communication behauptet *Weber:* »a margine inferiori medii vestibuli ductus membranaceus ad saccum descendit, qui canaliculum sinus imparis recipit ita, ut vestibulum membranaceum hoc ductu partim cum sacco, partim cum sinu conjungatur« — und an einer andern Stelle: »saccus, . . . canale membranaceo aqua repleto, cum vestibulo et sinu impari commercium habet, ita tamen ut argentum vivum vestibulo immissum septo forte aut valvula impediatur, quominus e vestibulo in saccum descendat.« *Weber* ist es daher nicht gelungen, trotz der behaupteten Communication, Quecksilber aus dem Vorhof in den Sack zu bringen. Er sieht als Ursache dieses Nichtgelingens die wahrscheinliche Existenz einer Klappe an; mit welchem Recht, werden wir sogleich sehen. Untersucht man das zwischen Vorhof und Sack gelegene Verbin-

dungsstück, indem man es unter der Loupe mit Nadeln bearbeitet, so findet man, dass dieser Theil keine Röhre darstellt, sondern ein dichtes, knorpelhartes, faseriges Gewebe, welches, vom unteren und hinteren Theil des Vorhofes ausgehend, später zum Grundpfeiler für das Raumsystem des Sackes wird. Zwischen Vorhof und Sack besteht demnach keine freie Communication.

Wie wir schon einmal bemerkt haben, besteht nach *E. H. Weber* auch noch eine andere Communication zwischen dem unpaarigen Sinus und dem den Vorhof mit dem Sack verbindenden Rohre. Nachdem wir gezeigt haben, dass dieses Rohr kein Rohr, sondern ein fester Strang sei, fällt wohl die Behauptung *E. H. Weber's* von selbst. Aber *E. H. Weber* selbst war auch nicht im Stande diese Communication zu demonstriren, denn nach seinen eigenen Worten: »membrana qua (sinus auditorius impar) constat, pellucida membranae vestibuli cui continua est, plane similis reperitur, attamen cum tenuior sit quam membrana vestibuli, mercurii injecti vim minus fert faciliusque dilaceratur.«

Vorhof sammt Bogengängen, Sack und unpaarer Sinus sind demnach drei solche Theile, deren innere Räume gänzlich von einander geschieden erscheinen.

Vom Standpunkte der Vertheilung der Gehörnerven und der Lagerungsverhältnisse der Endapparate aus kann man das Gehörorgan der Cyprinoiden in drei gesonderten Abtheilungen betrachten. Die erste dieser drei Abtheilungen umfasst die Ampullen, die zweite den Vorhof und die dritte den Sack. Bevor wir zur gesonderten Untersuchung dieser drei Abtheilungen übergehen, wollen wir noch kurz die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der Gehörnervenäste betrachten. Vom Gehörnerven *κάτ᾽ ἐξοχήν* erhalten blos die Ampullen und der Vorhof Zweige, die Nervenäste des Sackes zweigen sich vom Trigeminus ab. Am vorderen Rande des Vorhofes steigt ein Ast zur vorderen Ampulle, auf der äusseren Wand mehr nach rückwärts einer zur mittleren Ampulle; zwischen diesen beiden schmalen Aesten bleibt an der nach aussen gekehrten Wand des Vorhofes eine breite Stelle frei, auf welche sich flach der Nervenast des Vorhofes legt und emporsteigt, um nahe zu den Ampullen plötzlich mit scharfer Linie aufzuhören. Ich will diese Linie die äussere Grenzlinie nennen. Von den übrigen Nervenästen ist nichts Besonderes zu bemerken.

Nach diesen kurzen allgemeinen Betrachtungen kehren wir nun zur speciellen der einzelnen Gehörs-Abtheilungen zurück.

Ampullen.

Im Innern der Ampulle hebt sich von jener Stelle, wo der herabtretende Nervenast sich anheftet, eine Querleiste ab, welche beiläufig bis zur halben Höhe des Ampullenlumens emporreicht und hier mit einem

dreispitzigen freien Rande so endigt, dass die beiden seitlichen Spitzen mit den Seitenwänden der Ampulle verschmelzen, die mittlere im Centrum des Lumens steht. Diesem dreispitzigen freien Rande dieser Querleiste (Crista acustica) liegt das Organ auf, in welches schon *Steifensand*[1]) die Endigung der Nerven verlegt hatte und dessen genaue histologische Beschreibung wir *M. Schultze* verdanken. Ich will dieses Organ nicht mit dem bisher geläufigen Namen einer Epithelial-Verdickung benennen und zwar aus demselben Grunde nicht, aus welchem wir der Netzhaut die Eigenschaft eines selbstständigen Organs zuerkennen, sondern ich will mich im Verlauf meiner Arbeit des Ausdruckes »Endapparat« bedienen. — Bekanntlich hat *M. Schutlze* in dem Gewebe dieses Endapparates dreierlei Elementarformen unterschieden, nämlich 1) mit Kernen versehene cylindrische Zellen, 2) starre Härchen von 0,04''' Länge über dem Niveau der cylindrischen Zellen und 3) sehr kleine rundliche oder ovale Zellen mit entgegengesetzten Fortsätzen, deren einer im Niveau der cylindrischen Zellen wie abgeschnitten zu enden scheint und deren zweiter der Crista acustica zustrebt.

Zu diesem Endapparate gelangen nach *M. Schultze* bei Rajen die Nerven durch die Crista, an deren freiem Ende sie nach Verlust ihrer Scheide in viele feine Aestchen zerfallend im Endapparate unbestimmt endigen. *Fr. E. Schulze* hat in neuester Zeit die Angaben *M. Schultze's* nicht blos bestätigt, sondern er behauptet sogar, sich bei jungen Gobius-Exemplaren die Ueberzeugung verschafft zu haben, dass die sogenannten Hörhärchen die directen Fortsetzungen der in den Endapparat gedrungenen Nervenästchen seien.

Nach dieser kurzen Orientirung will ich auf meine eigene, vielen Beobachtungen entnommene Erfahrung zurückkommen.

Der Ampullennerv theilt sich, an der Ampulle angelangt, in zwei Zweige, deren jeder einer anderen Seitenwand anliegt und zu der bezüglichen seitlichen Spitze der Gehörleiste läuft. Auf diesem Wege trennt sich von jedem Zweig ein grosser Theil von Fasern ab, um in die Substanz der Crista zu dringen und hier dann ohne Scheide zu einander parallel dem freien Rande zuzuziehen. Die in den Zweigen verbliebenen Fasern erreichen in noch ansehnlicher Menge die seitlichen Spitzen der Crista und breiten sich hier — entsprechend dem ihnen aufliegenden Endapparate — ein wenig fächerförmig aus.

Der Endapparat wurde bisher wohl auf seine Elementarformen, nicht aber auf seine Gestaltung im Ganzen untersucht und doch ist die Kenntniss der Gestalt von nicht geringer Wichtigkeit. Die natürliche Ursache dieses Uebergehens der Gestalt mag wohl in der Methode gelegen sein, nach welcher man sich bis jetzt bei Untersuchung des Gehörs hauptsächlich der Chromsäure-Präparate bedient hatte. Bei dieser Methode — der Härtung durch Chromsäure — erlangen zwar die Gestalten der Ele-

1) *Steifensand*, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. *Müller's* Archiv 1835.

mentarformen eine grössere Festigkeit, aber es haftet auch in Folge derselben der ganze Apparat der Crista besser an, so dass man mit der Nadel wohl grössere und kleinere Theile desselben abbrechen kann, aber das Abheben des Apparates in toto nicht gelingt. Um dies Letztere zu erreichen, stand ich vom Härten mit CrO_3 ab und behandelte die vom Vorhof abgetrennten Ampullen in verschiedenen Flüssigkeiten, namentlich: in reinem Wasser, in Zucker und Salzlösungen, in *Moleschott*'scher Flüssigkeit — aber umsonst. Endlich gelang es mir mein Ziel zu erreichen, indem ich die Ampullen zuerst durch 5 Minuten in mit NO_5 schwach angesäuertes Wasser legte und darauf in mit $^1/_4$ Vol. Alcohol versetztes Wasser übertrug. Nach dieser Behandlung gelang es mir immer bei gehörig behutsamem Vorgehen mit einer feinen Nadel den ganzen Endapparat unverändert von der Crista abzuheben. Die Erfolge einer derartigen Untersuchung des Endapparates sind überraschend, denn abgesehen davon, dass sie ein klares Bild dieses complicirten Organes geben, lassen sie uns auch ein Gebilde erkennen, welches bisher wahrscheinlich nur in seinen Rudimenten gekannt auf die Entdeckungen *Schultze's* ein neues Licht wirft.

Um uns die Gestaltung des Endapparates klar zu machen, ist es am besten, den ganzen Apparat in drei Theile zu theilen. Den ersten Theil bildet jene im frischen Zustande weisse Schicht, die unmittelbar dem freien Rande der Crista aufliegt, im Ganzen die Gestalt dieser letzteren wiederholend. Der zweite Theil steigt gleichsam aus dem ersten empor und bildet eine unendlich zarte, feinstreifige Kuppe, welche von beiden Seiten nach der Spitze zu an Höhe zunimmt und eine Höhe von 0,4 mm. erreicht. Unmittelbar an der Uebergangsstelle dieser Endkuppe (Cupula terminalis), in dem ersten Theile, wird ihre feine Streifung lichter und es entsteht dadurch ein lichter Streifen. Den dritten Theil des Endapparates bilden die beiden »plana semilunaria« *Steifensand's*, welche in der Ampulle den Seitenwänden derselben aufliegen und die Endkuppe zwischen sich fassen. Die 5. Fig. der Taf. XVII. giebt ein getreues Bild der eben geschilderten Apparattheile und des gegenseitigen Verhältnisses derselben zu einander.

Betrachten wir nun die drei Theile des Endapparates getrennt bezüglich ihres feineren Baues.

Der erste Theil ist jener, dem bisher die Histologen ihre grösste Aufmerksamkeit zugewendet haben. An gelungenen Präparaten sieht man deutlich, dass die oberste Schicht dieses Theiles aus einer Lage dicht stehender Cylinderzellen besteht. Die Zellen messen in ihrer Breite 0,0054—0,0057 mm., in ihrer Länge (Höhe) 0,0171—0,0180 mm. Unter dieser Schicht machen sich ziemlich grosse runde, ovale oder biscuitförmige Hohlräume bemerkbar, deren Umgrenzung mir bisher nicht klar werden konnte und zwischen denen man deutlich die Fortsetzungen der

aus der Crista herausgetretenen Axencylinder wahrnehmen kann. Unmittelbar unter der Zellenschicht angelangt, hören plötzlich die scharfen Contouren der Axencylinder auf, ob dies aber die Folge einer unendlich feinen Verästelung sei oder nicht, das konnte ich bisher nicht eruiren. Von der Schicht der Cylinderzellen ragen nach *Reich* und den beiden *Schulze's* die feinen Härchen in das Innere der Ampulle empor. Diese Härchen sind nun allerdings sichtbar an Präparaten, die durch längere Zeit in Chromsäure gelegen hatten und an denen in Folge dessen eine beträchtliche Sprödigkeit der Gebilde eingetreten ist. Wenn ich jedoch bedenke, dass von diesen Härchen keine Spur bemerkbar wird, wenn man an Präparaten, die nach der oben geschilderten Methode erhalten wurden, die Endkuppe ablöst, und wenn ich anderseits die Erfahrung im Auge behalte, dass die Endkuppe um so mehr schrumpft und endlich zerstört wird, je länger sie in Chromsäure liegt, so glaube ich mich zu der Annahme berechtigt, dass die *Reich–Schulze*'schen Härchen nichts Anderes als die Ueberreste jener Endkuppe seien. Um sich von der Richtigkeit meiner soeben gemachten Angabe zu überzeugen, ist es am besten, den aus der Ampulle genommenen Endapparat durch etwa 24 Stunden in Chromsäure zu legen und dann das Gebilde unter einem Arbeitsmikroskop zu behandeln.

Nach Allem was ich bisher über die Structur des Endapparates angeführt habe, wird es mir zweifelhaft, ob die Angabe *Fr. Eilh. Schulze's* bezüglich des directen Ueberganges der Nervenfaserästchen in die Härchen richtig sind. Denn indem *Fr. E. Schulze* ganze Exemplare von sehr jungen Meergrundeln (Gobius) unter das Mikroskop legte, um durch äussere Bedeckung und Wandung des Gehörorgans hindurch die Endigungsweise der Ampullennerven zu sehen, bekam er gewiss sowohl die Schicht der Cylinderzellen als jene der Härchen nicht blos in einer Reihe vor das Auge, sondern in einem Nebeneinander, wie es nur bei der Flächenausdehnung dieser beiden Theile möglich ist. In einem solchen Complexe von Formelementen aber unter dem Mikroskope richtig zu sehen, was sich vereinigt und was nicht, dürfte wohl kaum ein Histolog behaupten. *Fr. E. Schulze's* Angabe über die Endigung der Nervenfasern hätte nur dann Anspruch auf Glaubwürdigkeit, wenn er früher bewiesen hätte, dass die Cylinderzellen und Härchen nur eine einzige der Crista aufsitzende Reihe bildeten. Aus den eben angeführten Gründen kann ich auch die hiehergehörige Abbildung *Fr. E. Schulze's* blos als Schema betrachten.

Die Endkuppe erscheint bei starker Vergrösserung als ein aus sehr feinen, das Licht stark brechenden aufrechten Fäden zusammengesetztes Gewebe. Die einzelnen Fäden scheinen unter sich durch noch viel feinere Seitenästchen zusammenzuhängen. Das ganze Gewebe verjüngt sich

gegen die Spitze so sehr, dass es hier den höchsten Grad von Feinheit erlangt und ein sicheres Beobachten der Verhältnisse dieses obersten Theils unmöglich macht. In welchem Verhältniss diese Endkuppe zum übrigen Endapparat, zu dessen Formelementen steht, konnte ich bisher nicht ergründen.

Die »Plana semilunaria« *Steifensand's* sind schon durch die Wandung der Ampullen sichtbar und zwar als fein punktirte, haldmondförmige Flächen. Um den feineren Bau derselben kennen zu lernen, ist es am zweckmässigsten in Chromsäure gehärtete Ampullen der Länge nach entzweizuschneiden und dann die »plana« von der innern Fläche der Wandungen abzulösen. Von oben (Inneres der Ampulle) betrachtet, bieten diese Plana eine schöne, schachbrettförmige Zeichnung, deren eckige Felder sich bei tieferer Einstellung des Mikroskopes in runde verwandeln. Die Anordnung der Felder geschieht nach einem gewissen radiären Typus und es misst jedes Feld im Durchmesser 0,0090 mm. Trennen wir ein Stück durch Nadeln oder durch leichtes Hin- und Herschieben des Deckgläschens in seine Formelemente, so bekommen wir zahlreiche grosskernige Cylinderzellen unter das Mikroskop. Diese Cylinderzellen stimmen jedoch nicht mit den vorher beschriebenen überein, sondern sie unterscheiden sich von denselben auffallend durch ihre Dimensionen, indem ihre Länge 0,0270—0,0225 und ihre Breite 0,0090 mm. ausmacht, als auch durch ihre grossen runden Kerne, deren Durchmesser 0,0081 mm. beträgt. Besonders auffallend ist an diesen Kernen der nach unten gerichtete Theil ihrer Peripherie durch sein Vermögen das Licht sehr stark zu brechen. Zuweilen schien es mir, als sässe über den ebengenannten Kernen noch ein kleiner von der Form einer halben Scheibe und von körnigem Aussehen. So wahrscheinlich es nach einer Betrachtung mit der Loupe erscheint, dass ein Theil der Ampullennerven im Planum semilunare *Steifensand's* seine Endigung findet, so konnte ich doch niemals einen Zusammenhang zwischen den Cylinderzellen desselben und den Nervenfasern darstellen.

In der Ampulle ist der ganze Endapparat so gelagert, dass er mit seiner Endkuppe beinahe das ganze Lumen verschliesst und somit gewiss jede durch die Ampulle gehende Schallwelle die Endkuppe trifft.

Vorhof (Vestibulum).

Sowie in den Ampullen der Endapparat einer genau begrenzten Stelle aufsitzt, so finden wir auch im Vorhof eine schon durch ihr äusseres Ansehen ausgezeichnete umgrenzte Partie, in der wir die Enden der Nervenfasern zu suchen angewiesen sind. Es entspricht die Ausdehnung dieser Partie beiläufig jener, die der Vorhofsnerv vor seinem Einsenken an der äusseren Vorhofswand zeigt, und sie kennzeichnet sich durch ihre milchweisse Farbe. Die Betrachtung der diese Schicht zusammensetzenden Zellgebilde zeigt eine so gänzliche Verschiedenheit vom übrigen Epi-

thel, dass es auch hier gerechtfertigt erscheint, an die Stelle der gebräuchlichen Epithelverdickung den Namen »Endapparat« zu gebrauchen. Der Theil der Vorhofswand, welcher diesen Endapparat trägt, ist nach aussen zu ausgebaucht, bildet gleichsam eine Nische, welche Nische an der Uebergangsstelle in den übrigen Vorhof durch einen vorspringenden Rand umgeben ist. Der Otolith füllt den ganzen Raum der Nische aus und scheint der Umrahmung durch jenen vorspringenden Rand seine feste Stellung zu verdanken. *M. Schultze* suchte in Ermangelung einer befestigenden Membran die Ursache der festen Stellung des Otolithen in einem mit der Endolympha gleichen spec. Gewicht. Dass jedoch die Gleichheit des spec. Gewichtes nicht besteht, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man einen möglichst behutsam herausgenommenen Vorhof umherwendet; so lange wir den Otolithen nicht aus seiner ursprünglichen Lage gebracht haben, bleibt er immer fest an einer und derselben Stelle und folgt der Lage dieser, sobald wir aber durch einen durch die Wand ausgeübten Stoss den Stein aus seiner ursprünglichen Lage gehoben haben, nimmt er auch bei Wendungen immer die tiefst gelegene Stelle ein. Aber auch die Behauptung, als fände sich am Otolithen keine Membran, muss ich für irrig erklären, denn der Otolith trägt immer an seiner dem Endapparate zugekehrten Seite eine äusserst zarte Membran. Dass diese Membran nicht im Stande sei, den Stein zu befestigen, will ich jedoch gern zugestehen, um so mehr, als ich bisher nicht im Stande war, einen Zusammenhang zwischen ihr und der Vorhofswand aufzufinden. Die Membran wird nämlich immer mit dem Stein zugleich entfernt und ich konnte ihre Gegenwart nur an frischen Exemplaren beweisen, indem bei allen Präparaten, die mit Säuren behandelt worden waren, die theilweise gelösten Otolithen immer Ueberbleibsel von zweifelhafter Deutung hinterliessen, die jede sichere Beobachtung unmöglich machten. Es ist daher am besten, diese Membran an solchen Präparaten zu suchen, die blos in schwach alkoholigem Wasser gelegen hatten, und erst nach der Isolirung der Membrana diese in Chromsäure zu legen, damit sie mehr Festigkeit erlange. Unter dem Mikroskop zeigt die Membran ein dichtes Balkengewebe, dessen Zwischenräume gegen die Mitte der Membran am kleinsten und rund sind, während die nach der Peripherie zu gelegenen immer grösser und unregelmässiger werden. *Deiters* beschreibt in seiner Arbeit über das Gehörorgan der Batrachier eine ganz ähnliche Membran, aber bildet sie auch ab; er heisst sie die »gefensterte Membran« — an welchen Ausdruck auch ich mich halten werde —, behauptet aber, diese Membran aus einem Theil des Gehörorgans gewonnen zu haben, den er weder als ein Analogon des Vorhofes der Fische, noch als ein Zugehör zu den von ihm demonstrirten Schneckenrudimenten ansehen konnte. Die Thatsache, dass ich eine ganz ähnliche Membran im Vorhofe der Fische gefunden habe, dürfte wohl den Schlüssel an die Hand geben zur Deutung des von *Deiters* in Zweifel gelassenen

Gehörtheiles. Beim Untersuchen der gefensterten Membran gelangten mir immer Bruchstücke eines Gebildes unter das Mikroskop, die in ihrer Textur der Endkuppe sehr ähnlich waren; ich konnte jedoch betreffs der Ausdehnung, Lagerung und Verbindungen dieses Gebildes nie zu einem Resultate gelangen, obwohl dies bei der Lage, die es zwischen gefensterter Membran und Endapparat einzunehmen scheint, von grossem Belange wäre.

Unter dem Otolithen und der gefensterten Membran liegt der Endapparat[1], durch seine weisse Farbe überall sich vom Epithel abhebend. Nach vorn und oben ist seine Grenzlinie besonders scharf und entspricht genau der »äusseren Grenzlinie«, wesshalb ich sie die »innere Grenzlinie« nennen will. Der ganze Apparat nimmt gegen die Grenzlinie hin an Dicke zu. An der Peripherie des Endapparates — den Theil über der inneren Grenzlinie ausgenommen — liegt ein Netz, das entsteht, indem unregelmässig gestaltete Gebilde nach allen Seiten zu durch zahlreiche Fortsätze in Verbindung treten. Ob diese Gebilde für Bindegewebskörperchen zu betrachten seien, wage ich nicht zu entscheiden, da ich nie im Innern derselben Kerne zu unterscheiden im Stande war. Im frischen Zustand sind sie übrigens von körnigem Aussehen, in Chromsäure gehärtet werden sie gelb und stechen dann besonders durch ihre Farbe von den etwas tiefer liegenden platten Epithelzellen ab (Taf. XVII. Fig. 2.). Der centrale Theil des Endapparates zeigt schon bei Loupenvergrösserung eine gewisse radiäre Anordnung. Von oben betrachtet, erscheint er als eine Lage dicht aneinander gestellter rundlicher Felder, von denen es schwer fällt zu behaupten, ob sie Zellen oder Kernen angehören. Zwischen diesen runden Feldern liegen kürzere, längere, stärker lichtbrechende Stäbchen oder Leistchen, die eben die Ursache jenes radiären Ausdruckes sind. Die Frage, ob wir es hier mit Zellen oder Kernen zu thun haben, findet ihre Erledigung, sobald wir ein Stück des gut gehärteten Endapparates durch das leise Hin- und Herschieben des Deckgläschens zertheilen. Es gelingt auf diese Weise oft, das ganze Stück in lauter Reihen von cylindrischen Zellen aufzulösen, welche Reihen, indem sie sich auf die Seite legen, eine nähere Beobachtung der Zellen möglich machen. Die einzelnen Zellen besitzen eine cylindrische oder vielmehr conische Gestalt. Nach oben zeigen sie, in Reihen betrachtet, einen stark lichtbrechenden Rand, welcher wahrscheinlich den früher erwähnten Leistchen entspricht; nach unten haben sie ein fransiges, abgerissenes Aussehen und sind auch verschieden lang. In jeder Zelle liegt ein ovaler Kern, der leicht aus der Zelle gedrückt werden kann, so dass man in

[1] Es ist leicht möglich, dass jener Theil, für den ich den Namen »Endapparat« gebrauche, nicht der ganze Endapparat ist, indem es mit der Zeit gelingen dürfte zu beweisen, dass das erwähnte zweifelhafte Gebilde, die Membrana fenestrata und selbst der Otolith integrirende Bestandtheile des ganzen Endapparates darstellen.

(Dr. *L.*

Folge dessen häufig genug die Fetzen der Zelle und den Kern neben einander liegen sieht. Ausserdem trägt jede Zelle an ihrem oberen Ende ein ebenfalls stärker lichtbrechendes Härchen. Die Länge der Zellen entspricht jener der in den Ampullen sub 1. angeführten Zellen, sie ist nämlich = 0,0171; ebenso die Breite = 0,0054—0,0057; die Härchen der Zellen haben eine Länge von 0,0045—0,0090 mm.

Wenn wir den sorgfältig abgelösten Endapparat umgekehrt unter das Mikroskop bringen, so dass dessen der Vorhofswand aufsitzender Theil zu oberst zu liegen kommt, so sehen wir ein grossmaschiges Netz in der Form wie es Taf. XVII. Fig. 12. zeigt. Es scheint mir dieses Netz die Fortsetzung jenes zu sein, das wir an der Peripherie des Endapparates kennen gelernt haben. Ob es als Netzgewebe zu betrachten sei, kann ich bisher noch nicht entscheiden.

Bezüglich der Structur der inneren Grenzlinie habe ich schon bemerkt, dass sie nicht mit jener der übrigen Peripherie übereinstimmt. Wir finden sie nämlich aus einer mehrfachen, dichten Lage von stark gekörnten, breiten Strängen oder Balken bestehend, die in einer von vorn und oben nach unten und hinten gerichteten Lage überhaupt dem centralen Theil des Endapparates zuzustreben scheinen. So sehr es auch — namentlich durch die den Balken eingestreuten Kerne — wahrscheinlich wird, dass diese Stränge nichts Anderes als die des Markes entblössten Fortsetzungen der Nervenfasern sind, so ist es doch nicht möglich, diese Wahrscheinlichkeit durch die Herstellung eines ununterbrochenen Zusammenhanges zur Gewissheit zu erheben und zwar einfach deswegen, weil die Nervenfasern ihr Mark während des Durchdringens der Vorhofswand verlieren, uns aber bisher die Mittel fehlen, um die Vorhofswand so zu entfernen, dass blos die Nervenfasern in ununterbrochenem Zusammenhang ihrer Theile extra und intra Vestibulum zu erblicken. Angenommen, es seien die gedachten Stränge Fortsetzungen der Nerven, so können wir doch nicht die Grenzlinie als den einzigen Ort des Eindringens der Nerven ansehen, denn ein solches Eindringen findet auch vor der Grenzlinie statt. Ueber den Zusammenhang der Nervenfasern mit den Gebilden des Endapparates kann ich bisher nichts Bestimmtes sagen, obwohl das abgerissene untere Ende der cylindrischen Zellen leicht zu einem Schluss verleiten könnte.

Nicht weniger schwer ist es zu entscheiden, in welchem Verhältniss der Endapparat zur gefensterten Membran und zum Otolithen steht, und zwar hauptsächlich darum, weil hier Querschnitte durch alle genannten Gebilde auf einmal nicht möglich sind, sondern die Untersuchung schichtenweise vom Otolithen bis zum Endapparate vordringen muss.

Sack (Saccus).

Dass der Sack bei den Cyprinoiden mit dem Vorhof in keiner Communication steht, ist bereits erwähnt worden. Die Trennung dieser bei-

den Gehörtheile ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal für das Gehör der Cyprinoiden von jenem der Batrachier, bei welchen nach *Deiters* zwischen diesen Theilen eine weite Communication besteht. Aber nicht allein die Sonderung der genannten Räume ist charakteristisch für die Cyprinoiden, sondern auch das Trennen des Sackes in zwei Abtheilungen. Es lagern sich nämlich um den vom Vorhof kommenden verbindenden Strang zwei mit geschlossenen Wandungen begrenzte Hohlräume so, dass der eine nach vorn und innen vom Strang, der andere aber nach hinten und am Ende des Stranges liegt. Wo diese beiden Räume mit ihren Wandungen aneinanderstossen, bildet sich gleichsam eine Zwischenwand, die durch ein kleines ovales, nach unten gelegenes Fenster durchbrochen ist Der vordere Abschnitt des Saccus ist länglich, nach vorn stumpf abgerundet endigend; er zieht sich wie das Schneckenhaus um die Säule, so um den Verbindungsstrang von vorn und oben nach rückwärts und unten, wo sein Raum durch das ovale Fenster mit dem grossen mehr ovalen als runden hinteren Abschnitt communicirt. Es ist somit am Saccus gewiss eine schneckenförmige Anordnung vorhanden, ich will jedoch mit dieser Behauptung nicht etwa wie *Huschke* eine Analogie zwischen Saccus und Schnecke befürworten, wogegen schon die nach rückwärts gerichtete Lage des Saccus spricht. Zu jeder Saccus-Abtheilung geht ein Nervenast. Es muss somit auch jede Abtheilung ihren Endapparat besitzen. In der hinteren Abtheilung ist auch die Aufsuchung desselben mit gar keiner Schwierigkeit verbunden, denn er haftet, durch seine weisse Farbe hinreichend gekennzeichnet, an der Scheidewand der beiden Abtheilungen. Er ist in seiner Textur so vollkommen übereinstimmend mit dem Endapparat des Vestibulums, dass man alle dort erwähnten Befunde blos auf ihn zu übertragen braucht. Auch hier lagert zwischen dem Endapparat und dem Otolithen (Asteriscus) eine gefensterte Membran. Der Nervenast für diesen Endapparat zerfällt in der Scheidewand in zahlreiche Aeste, die ein schönes Bild geben. — Viel schwerer als im hinteren Theil ist es im vorderen Theil des Saccus den Endapparat aufzufinden, hauptsächlich wegen der unendlichen Zerreisslichkeit seiner mit der Hirnhaut theilweise verwachsenen Wandung. Nach meinen bisherigen Untersuchungen kann ich nur so viel behaupten, dass sich auch an Otolithen (Sagitta) dieser Abtheilung eine Membran findet, welcherlei Structur jedoch diese besitze, habe ich bisher noch nicht untersucht. Ausserdem gelang es mir, von der Wand ein ähnliches Netz von mit Fortsätzen versehenen Gebilden zu erhalten wie im Vorhof.

Die Reflexionen, die wir aus dem Vorhergehenden für die Schallleitung im Gehörorgan der Cyprinoiden ziehen, können wir kurz fassen. Das Labyrinth — unter dem ich Vorhof + Bogengänge verstehe — liegt bei den Cyprinoiden grösstentheils in der Schädelhöhle und nur die höch-

sten Partien der Bogengänge sind in ringsum geschlossene Knochencanäle gefasst. Diese höchsten Partien sind aber auch bei den Fischen die der Oberfläche des Thieres zunächst gelegenen Ohrtheile und müssen — da bei den Fischen ausser der Knochentheilung keine andere besteht — die ersten der herandringenden Schallwellen in Empfang nehmen und zwar zufolge der Lage der drei Bogengänge in jedweder Richtung. Von dem periphersten Theil jedes Bogenganges breitet sich dann der Schall durch beide zum Vestibulum führende Bogenschenkel gleichmässig fort und nachdem die Ampulle zur höchsten Stelle des Bogenganges näher liegt als dessen Einmündung, so wird die Ampulle immer früher die Impulse erhalten als der Vorhof. In den Ampullen werden die Schallwellen durch die Endkuppe aufgefangen; im Vorhof können wir noch nichts Bestimmtes darüber sagen, ob die Schallwellen von der Endolympha unmittelbar auf den Endapparat treffen oder mittelbar durch den Otolithen.

Im Saccus stemmt sich der Asteriscus so an die knöcherne Kapsel, die den Saccus umgiebt, dass der Schall hier gewiss leichter und früher vom Knochen auf den Asteriscus als auf die Endolympha übergeht. Damit will jedoch noch nicht behauptet sein, dass der Asteriscus der unmittelbare Ueberträger des Schalles auf die Nervenenden sei. Wie sich im vorderen Theile des Saccus die Schallleitung gestalte, ist mir noch völlig unklar, obwohl es mir schien, als stosse ein kleiner Fortsatz des Asteriscus durch das ovale Loch auf die Sagitta, wodurch natürlich eine eminente Knochenleitung zu Stande käme.

Dies sind die Resultate einer langwierigen und schwierigen Arbeit, die, wenn sie auch noch immer nicht das Ende der Nervenfasern darzulegen im Stande, doch gewiss nur gewissenhaften und genauen Untersuchungen entnommen und vielleicht nicht jedes Interesses baar sind. Bevor ich jedoch von meinem Gegenstande scheide, kann ich nicht umhin, den hochgeschätzten Herren Professoren *Brücke* und *Jendrásik* meinen Dank zu sagen für die freundschaftliche Unterstützung, die sie mir in meinen Arbeiten angedeihen liessen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVII.

Fig. 1. *A* Vorhof. *B* Saccus. *C* Bogengänge. *a*, *b*, *c* Aeusserer, vorderer und hinterer Bogengang. *d* Vorhofnerve. *e*, *f*, *g* Ampullen-Nerven. *h* Vereinigter Ursprung des vorderen und hinteren Bogenganges. *k* Verbindungsstück zwischen Vorhof und Sack. *i*, *l* Vordere und hintere Abtheilung des Sackes; von letzterer ist ein Theil der Wandung und der Stein entfernt, sodass der weisse Endapparat und das ovale Loch sichtbar werden.

Fig. 2. Der Vorhof sammt den einmündenden Bogengängen von der dem Gehirn anliegenden Seite her gesehen. An der Stelle der hinteren Einmündungen ist ein Stück der Wandung herausgeschnitten, um die Leiste zu zeigen, die sich von der nach aussen zu gelegenen Wandung des Vorhofs in das Innere desselben erhebt und den Vorhofsraum gleichsam in zwei Theile theilt. Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie in der vorhergehenden Figur; *m* ist die Leiste. Im Vorhof sieht man den Stein durchschimmern.

Fig. 3. Eine Ampulle vom Vorhof aus gesehen. *a* Die Querleiste (Crista acustica), von welcher der Endapparat herabgenommen ist und die ihren dreispitzigen freien Rand zeigt. *b* Die beiden Aeste der Ampullennerven. *c* Innerer Raum der Ampulle.

Fig. 4. Eine Ampulle der Länge nach aufgeschnitten und auseinandergelegt, sodass man von oben auf den Endapparat blickt. *a*, *a* Ampullenwand. *b* Die dem freien Rande der Querleiste aufliegende Zellenschicht, die Endkuppe fehlt. *c* Ampullennerve. *d* Die *Steifensand*'schen Plana semilunaria.

Fig. 5. Der ganze Endapparat aus der Ampulle herausgenommen. *a*, *a* Die der Querleiste aufliegende Schicht. *b*, *b* Die Plana semilunaria *Steifensand's*. *c* Die Endkuppe (Cupula terminalis). *d* Der lichte Saum derselben.

Fig. 6. Ein kleines Stück eines *Steifensand*'schen Planums vom Innern der Ampulle aus (oben) betrachtet und zwar: *a* bei höchster, *b* bei tieferer Einstellung des Mikroskops.

Fig. 7. Grosse Cylinderzellen des Planum *Steifensand's* mit ihren grossen stark lichtbrechenden Kernen.

Fig. 8. Gefensterte Membran aus dem Vorhof.

Fig. 9. Ein Stück des centralen Endapparates von oben gesehen. Runde Felder, zwischen welchen stark lichtbrechende Leistchen liegen.

Fig. 10. Peripherer Theil eines Endapparates aus dem Vorhofe. Vielfach durch Fortsätze zusammenhängende Gebilde.

Fig. 11. Reihe von Cylinderzellen aus dem Endapparate des Vorhofes. Sie führen längliche Kerne, nach unten zu erscheinen sie wie abgerissen, nach oben zu tragen sie härchenähnliche Fortsätze. Ganz nach rechts sieht man die Reste einer Zelle neben dem herausgefallenen Kern.

Fig. 12. Das Netz, welches man sieht, wenn man den Vorhofsapparat von unten (der der Wand anliegenden Fläche) her betrachtet.

Fig. 13. Querleiste sammt der darauf liegenden Schicht, jedoch ohne Endkuppe. *A*, *A* Querleiste. *B*, *B* Die darauf liegende Endapparatschicht. *a*, *a* In die Querleiste eingebettete Nervenfasern. *b* Centrales Blutgefäss. *c*, *c* Schicht der Cylinderzellen. Unter dieser Schicht sieht man die aus der Leiste herausgetretenen Nervenfasern zuerst ungetheilt emporsteigen; zwischen den Fasern liegen die ovalen, unbestimmt begrenzten Hohlräume.

Ueber die Verbindung der Hoden mit dem Rückengefäss bei den Insecten.

Von

H. Landois.

Mit Tafel XVIII.

Obgleich *Malpighi* in seiner Dissertatio epistolica de bombyce[1]) mit den Worten »An praeter exaratas bombycis partes alia supersint viscera, non audeo negare; aliorum enim solicita indago et dexteritas forte luculentiora deleget« den späteren Forschern noch ein weites Feld zu überlassen scheint, so sind doch nur wenige so glücklich gewesen, irgend ein neues Organ im Insectenkörper aufzufinden. Deswegen gereicht es *Herold* zur grössten Ehre, dass er in seiner Entwickelungsgeschichte der Schmetterlinge[2]) uns diese Insecten bereits im Raupenstadium in Bezug auf ihr Geschlecht unterscheiden lehrt. Er unterschied bei den weiblichen Geschlechtsorganen dreierlei Haupttheile: 1. »Die blüthenknospenförmigen Körperchen« — worunter er die unentwickelten Eierstöcke versteht. — 2. »Die von den blüthenknospenförmigen Körperchen entspringenden feinen Fäden. Diese sind als Fortsetzungen der Keime der Eierröhren anzusehen u. s. w.« Wie aus den Abbildungen ersichtlich, sind diese feinen Fädchen mit der Basis der unentwickelten Eierstöcke verbunden. 3. »Die unter dem Mastdarm liegende Masse.« Die Verbindung der Spitzen der Eierstöcke mit dem Rückengefäss kannte er also nicht. Diese entdeckte *Léon Dufour*, meinte aber, dass sie nur den Zweck hätten, um die Eierstöcke zu befestigen und aufzuhängen. *Joh. Müller* wies hingegen nach, dass diese Fäden wirkliche Gefässe seien, wodurch das Rückengefäss mit den Eierstöcken in Communication tritt.

Was den Bau der Hoden, überhaupt der männlichen Geschlechtsorgane in den Larven der Schmetterlinge anbetrifft, so giebt uns *Herold* §. 5 pag. 7 folgende Angaben: »Man kann an den Keimen der männlichen

1) Opera omnia. Lugd. Batav., 1687. pag. 25.

2) Cassel und Marburg 1815.

Fortpflanzungsorgane dreierlei Haupttheile unterscheiden: 1. Die beiden nierenförmigen Körperchen. 2. Die von diesen Körperchen entspringenden feinen Fäden sind die noch unentwickelten Ausführungsgänge der Hoden. 3. Das Körperchen, an welches sich die ebengenannten feinen Fäden ansetzen, ist der Keim des gemeinschaftlichen Samenganges und der Samenbläschen.« Von einer Verbindung der Hoden mit dem Rückengefäss war ihm also nichts bekannt. Dasselbe Urtheil müssen wir über die übrigen Entomotomen[1]) fällen.

Als ich mit der Untersuchung des Systems der queren Nerven bei den Insecten beschäftigt war, secirte ich unter Andern auch zwei Exemplare von Raupen der Orgyia pudibunda. Sie waren im Monat October dieses Jahres eingefangen, als sie im Begriffe waren sich zu verpuppen.

Im neunten Körperringel fand ich an der Rückenseite der Raupe zwei ellipsoïdische Hoden vor, welche nicht weit aus einander gelegen waren. Die grosse Axe betrug 4 mm, die kleine 3 mm. Der Schnitt war auf dem Rücken gemacht, und dann die Haut der Raupe auseinandergelegt, wodurch die Hoden, welche in natürlicher Lage nahe bei einander lagen, jetzt weit von einander entfernt wurden, und die eigentlich untere Seite der Hoden nach oben gekehrt wurde. Die Farbe der Hoden war eine gelbe, welche aber bald durch Einwirkung des Alkohols gebleicht wurde. Auf dieser uns zugekehrten Seite des Hodens bemerkte man drei schwarze Strichelchen, von denen das mittlere gerade und in wagerechter Lage verlief; die beiden anderen waren hingegen gebogen und richteten ihre convexe Seite dem mittleren Strichelchen zu. In der Mitte des mittleren Strichelchens entspringt aus jedem Hoden ein sehr feiner Faden, welche direct durch die *Malpighi*'schen Gefässe unter dem Mastdarm zu dem Keim des Ausführungsganges des Samens verlaufen. An der vorderen Seite der Hoden, also dort, wo die grosse Axe die Peripherie derselben schneidet, findet sich ein fadenartiges Gebilde, welches die Farbe der Hoden hat. Diese gelbe Färbung trägt der Faden jedoch nur in einer Länge von 2 mm. Von der Stelle an, wo er seine Farbe verliert, indem er durchsichtig wird, lässt er sich schwer verfolgen, zumal er von Fett umgeben ist und ausserdem durch eine Menge Tracheenröhren geht. Bei der behutsamen Entfernung dieser Theile lässt sich der Verlauf gut verfolgen. Im fünften Körperringel über dem Magen treffen die aus den Hoden entspringenden Fäden zusammen. Der von nun an gemeinsame Faden verläuft in gerader Richtung nach vorn zum Kopfe, wo er mit dem Rückengefäss in Verbindung tritt. Die Einmündungsstelle liegt gerade über dem grossen Gehirnganglion.

Der Faden, den ich mikroskopisch[2]) untersuchte, bestand aus einer Röhre mit muskulösen Wandungen. Es verliefen nicht allein Längs-,

1) Man vergleiche die Werke von *Lyonet*, *Swammerdam*, *Réaumur*, *Malpighi*, *Léon Dufour*, *Marcel de Serres*, *Joh. Müller* etc.

2) Mit dem *Hartnack*'schen Objectiv No. 9.

sondern auch Quermuskeln, die sämmtlich quer gestreift waren. Der Inhalt des Fadens bestand aus Kügelchen, die sich durch den Druck des Deckgläschens von der Stelle bewegen liessen.

Es stehen mithin die Hoden der Insecten durch eine communicirende Röhre mit dem Rückengefäss in Verbindung.

Erklärung der Abbildung auf Tafel XVIII.

Anatomie der Orgyia pudibunda von der Rückseite.

t. t. Die gelben eiförmigen Hoden.

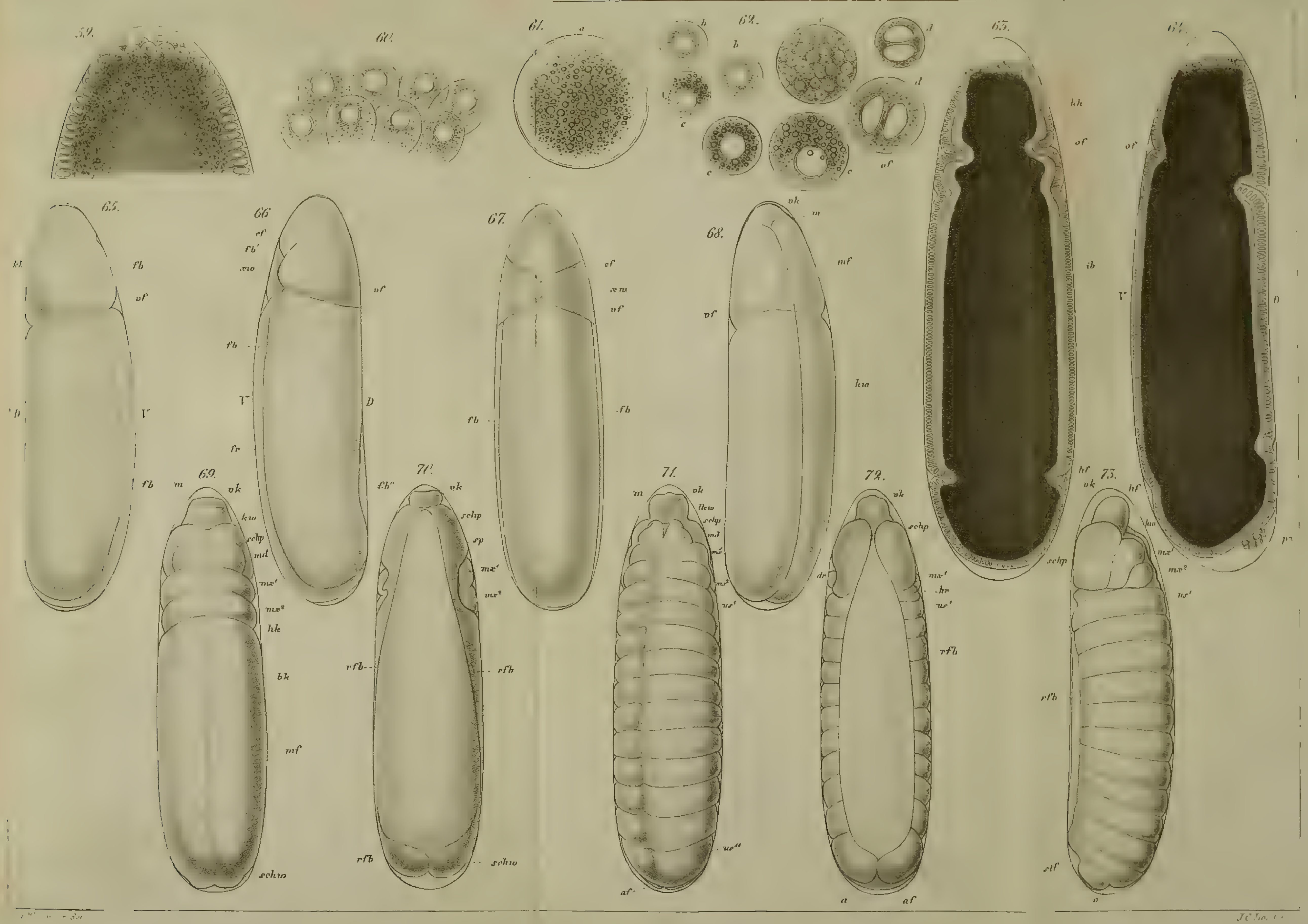
f. f. Die röhrigen Verbindungsfäden, welche die Hoden unter dem Hirnganglion mit dem Rückengefässe verbinden, nach Wegnahme der einhüllenden Fettmassen.

g. g. Die absteigenden unentwickelten Ausführungsgänge der Hoden.

c. Hirnganglion.

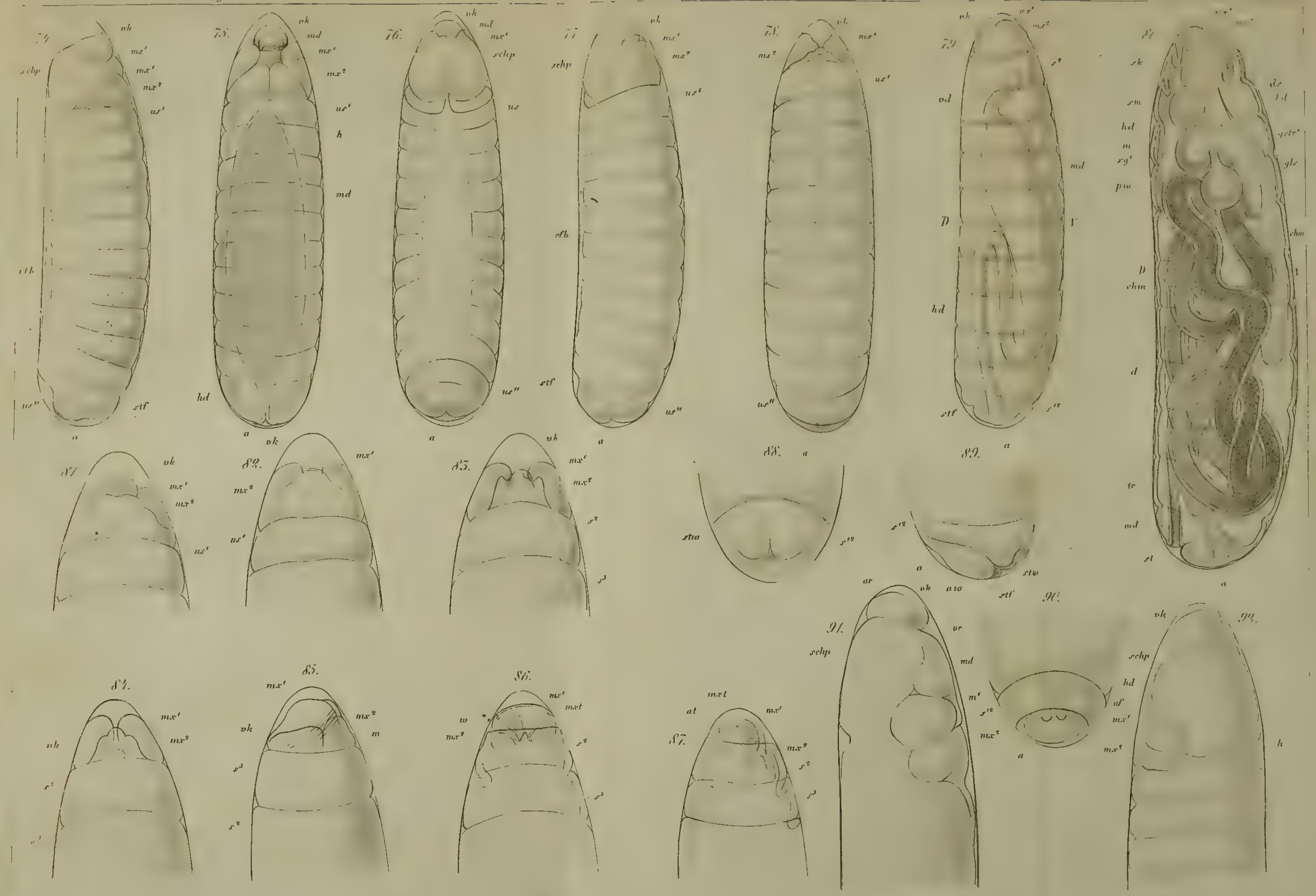
a. a. Körperringel.

i. Verdauungstractus.


59.
60.
61.
62.
63.
64.
65.
66
67.
68.
69.
70.
71.
72.
73.
kh
of
ib
V
D
fb
vf
cf
fb'
xw
fr
mf
kw
vk
m
schp
sp
md
mx'
mx²
hk
bk
rfb
schw
us'
us''
af
a
hr
dr
stf
selp
pr

sondern
Inhalt d
Deckglä
Es
rende B

t i. Di
f. f. Di
m
m
g. g. Di
c. Hi
a. a. Kö
i. Ve



sond
Inha
Deck

rend

t t.
f. f.

g. g.
c.
a. a.
i.



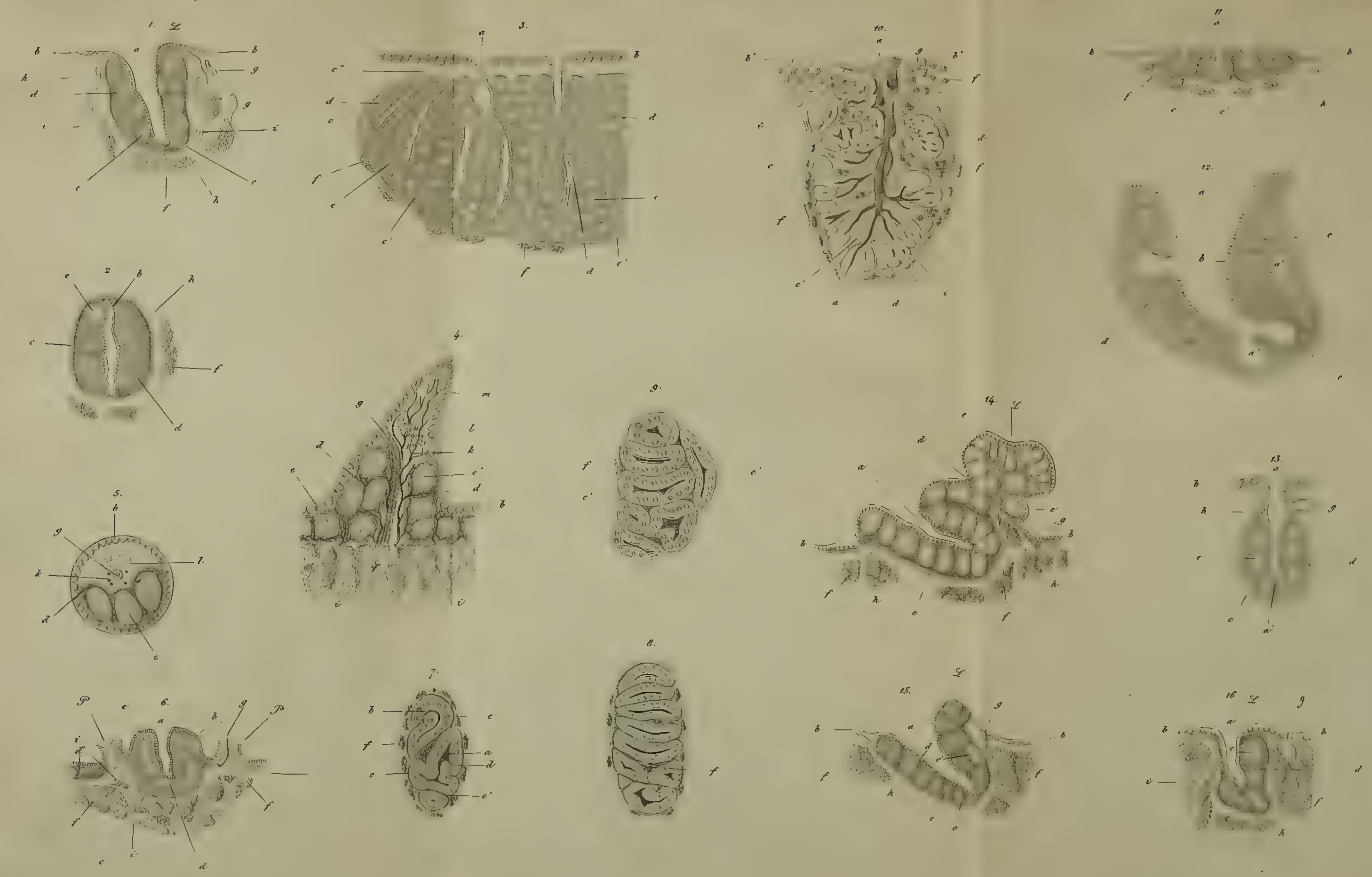
Aug. Weismann del. J. C. Loedel sc.

so
In
De

re

t.
f.

g.
c
a.



F. Schmidt ad nat. del. Chr. Thurnam sculp.

31

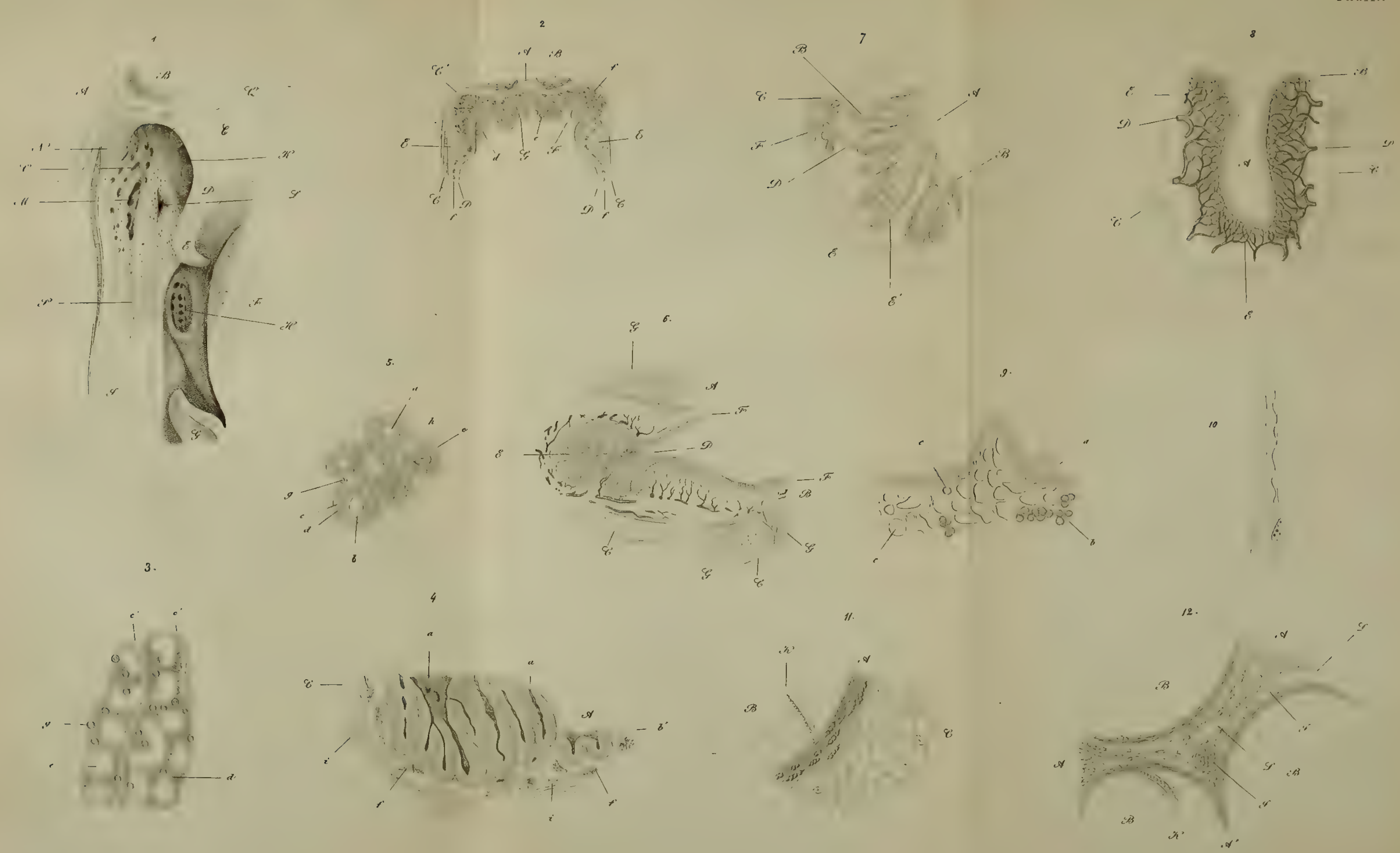
so
In
De

re

t.
f.

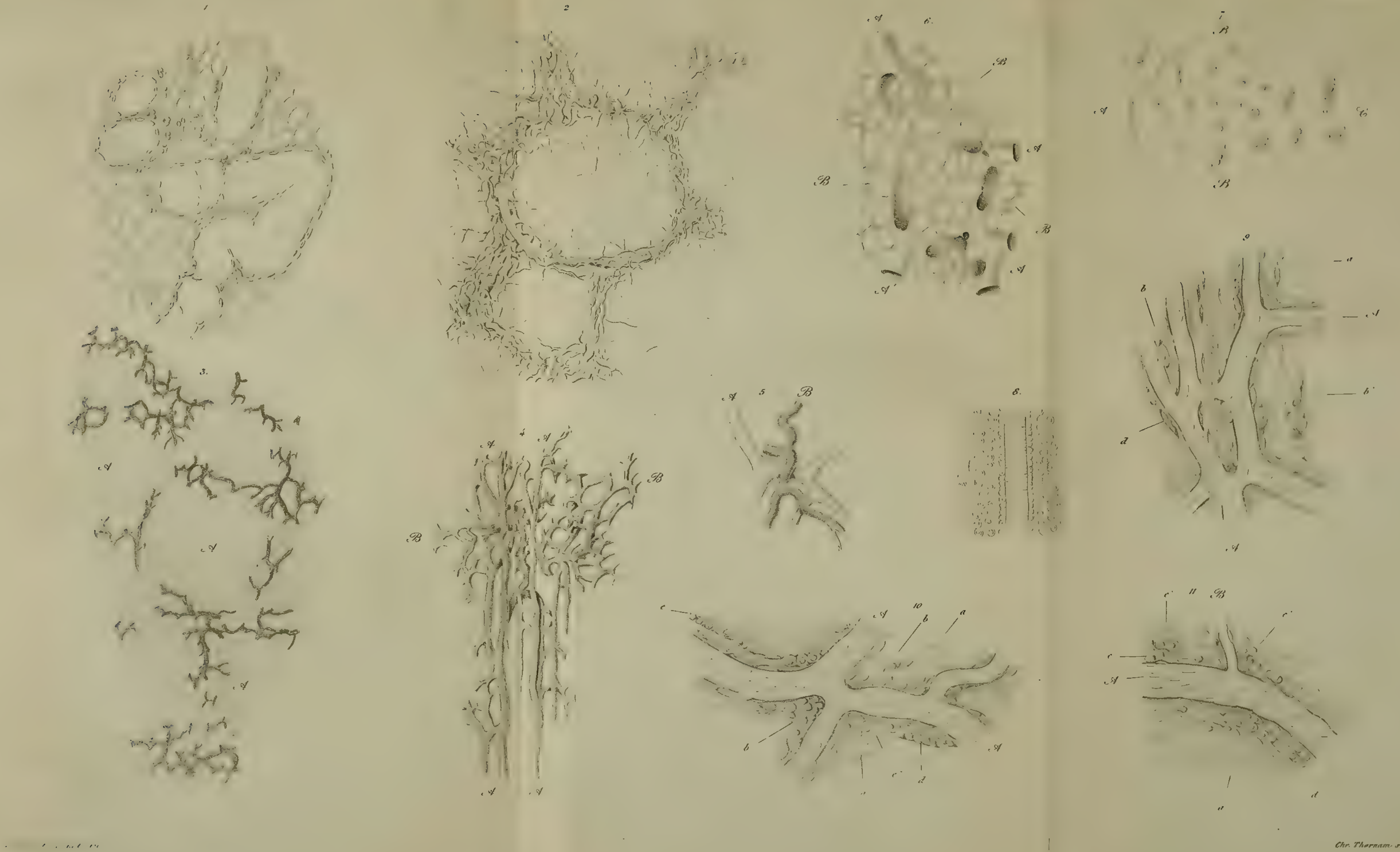
g.

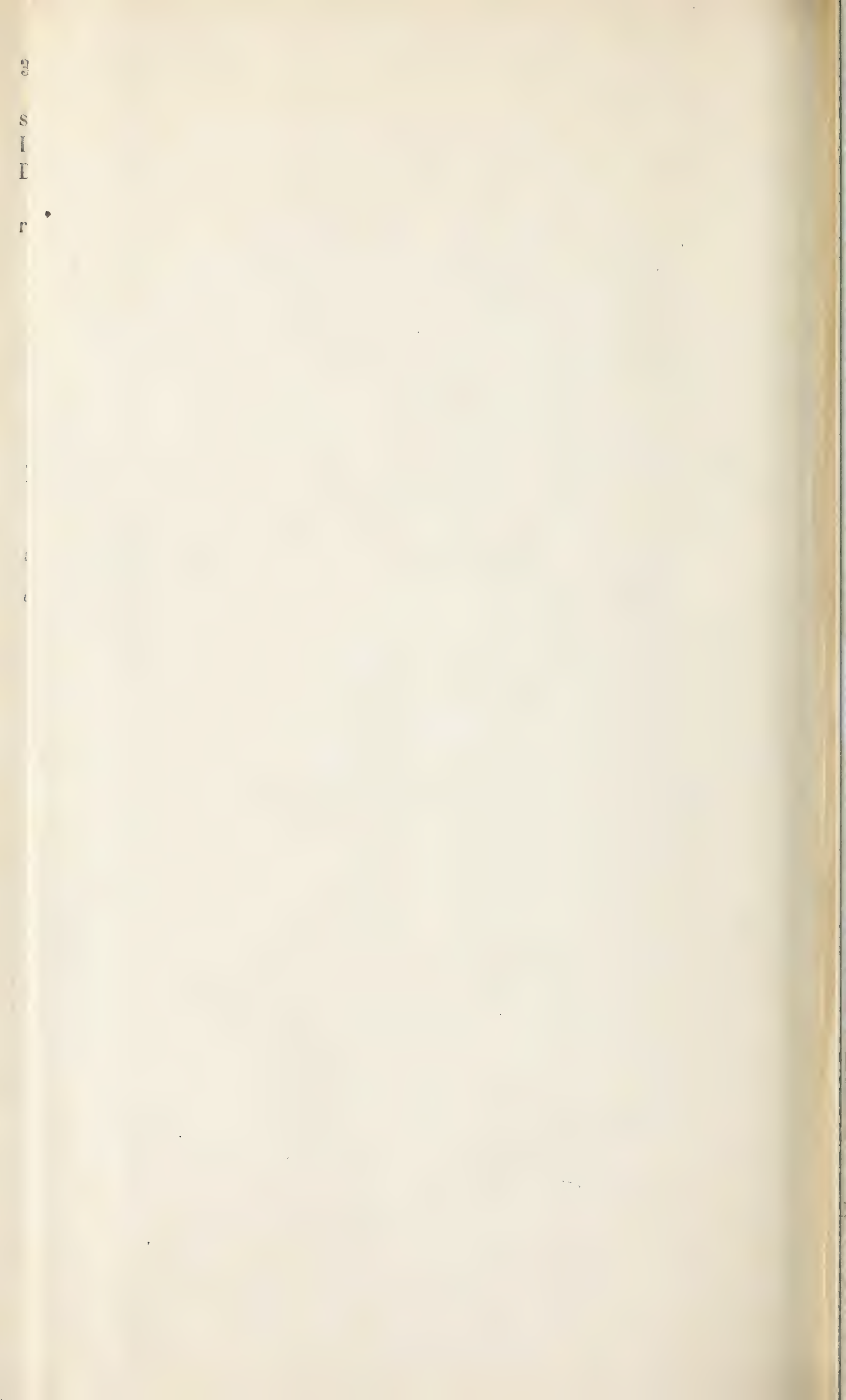
a.

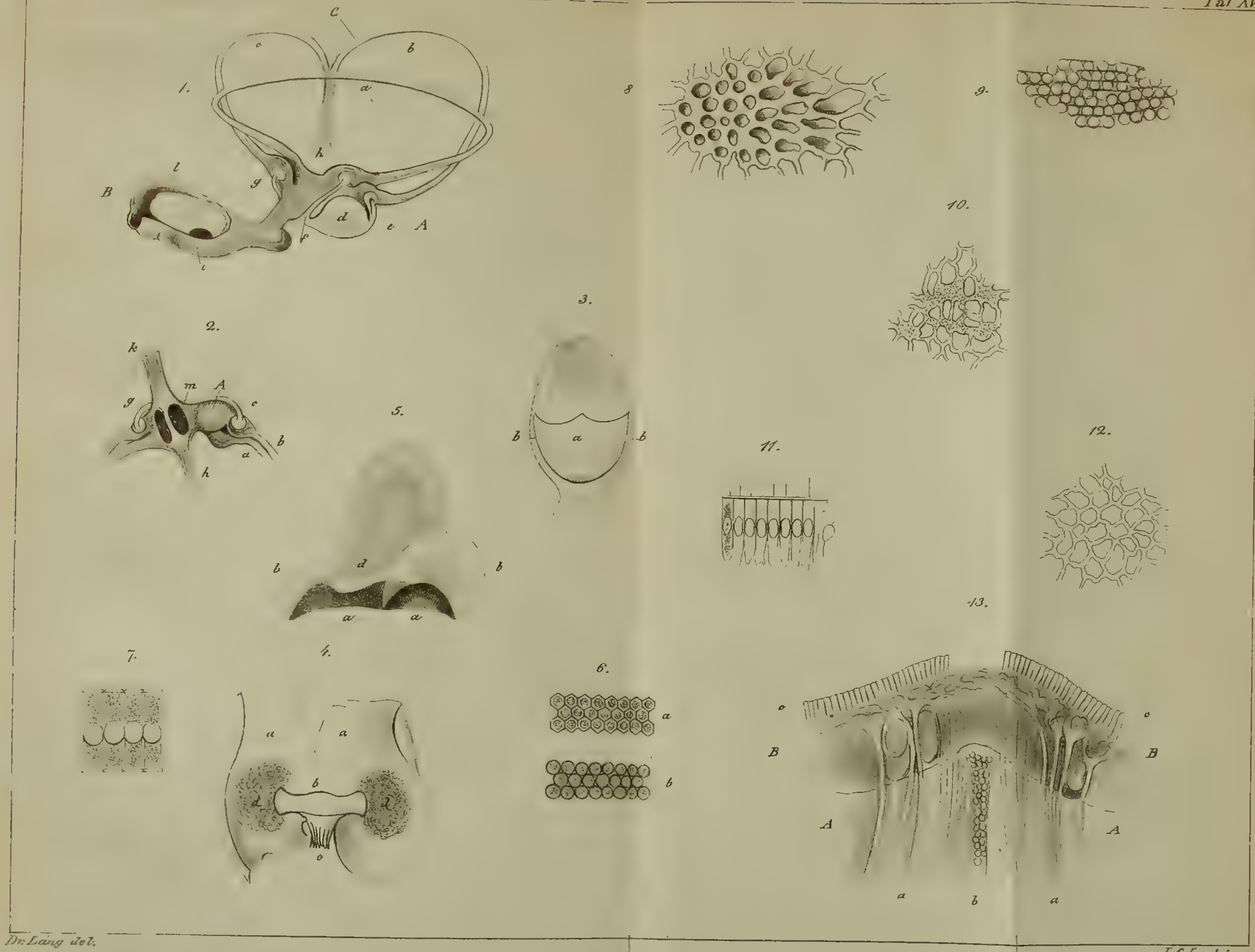


F. S. ad nat. del.

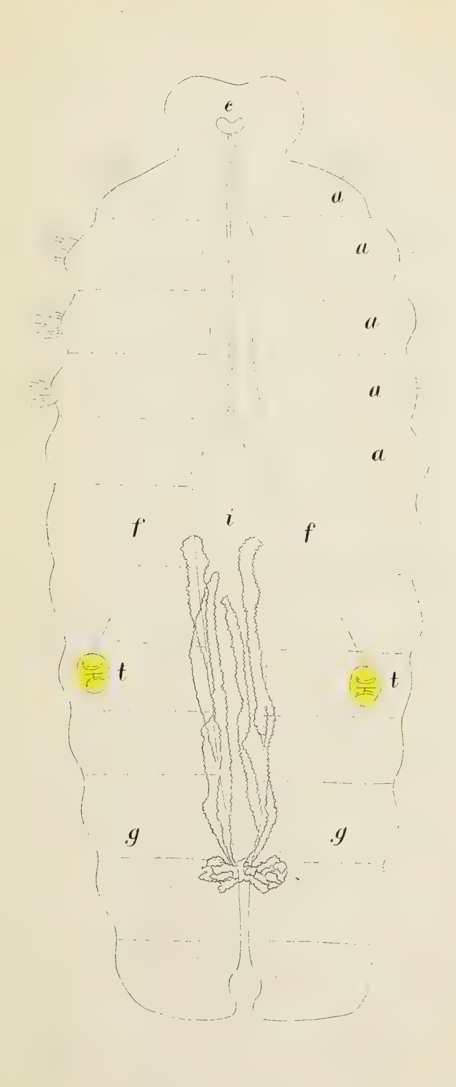
Chr. Thurnau sculp.





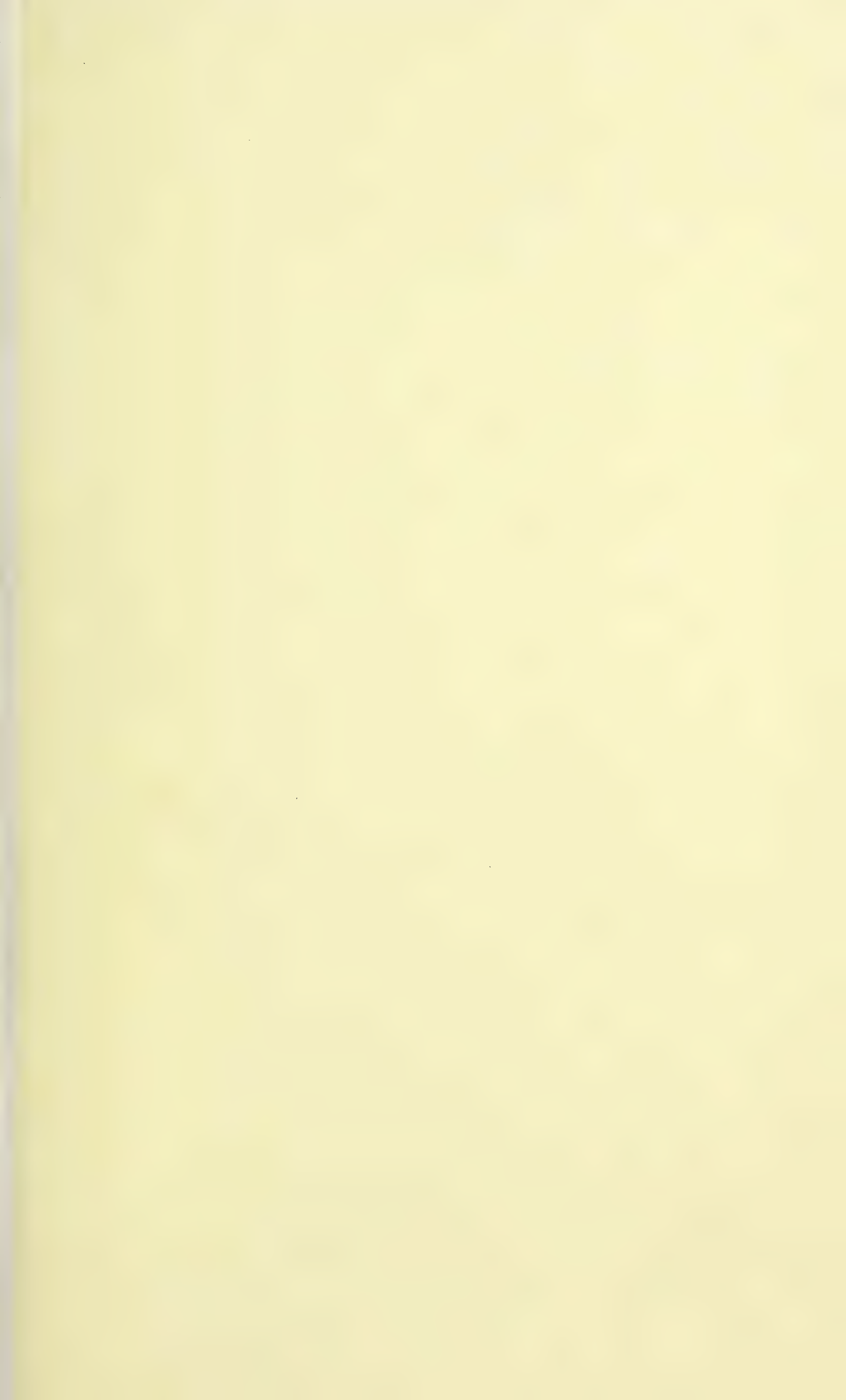

Dr. Lang del.
J. C. Loedel sc.

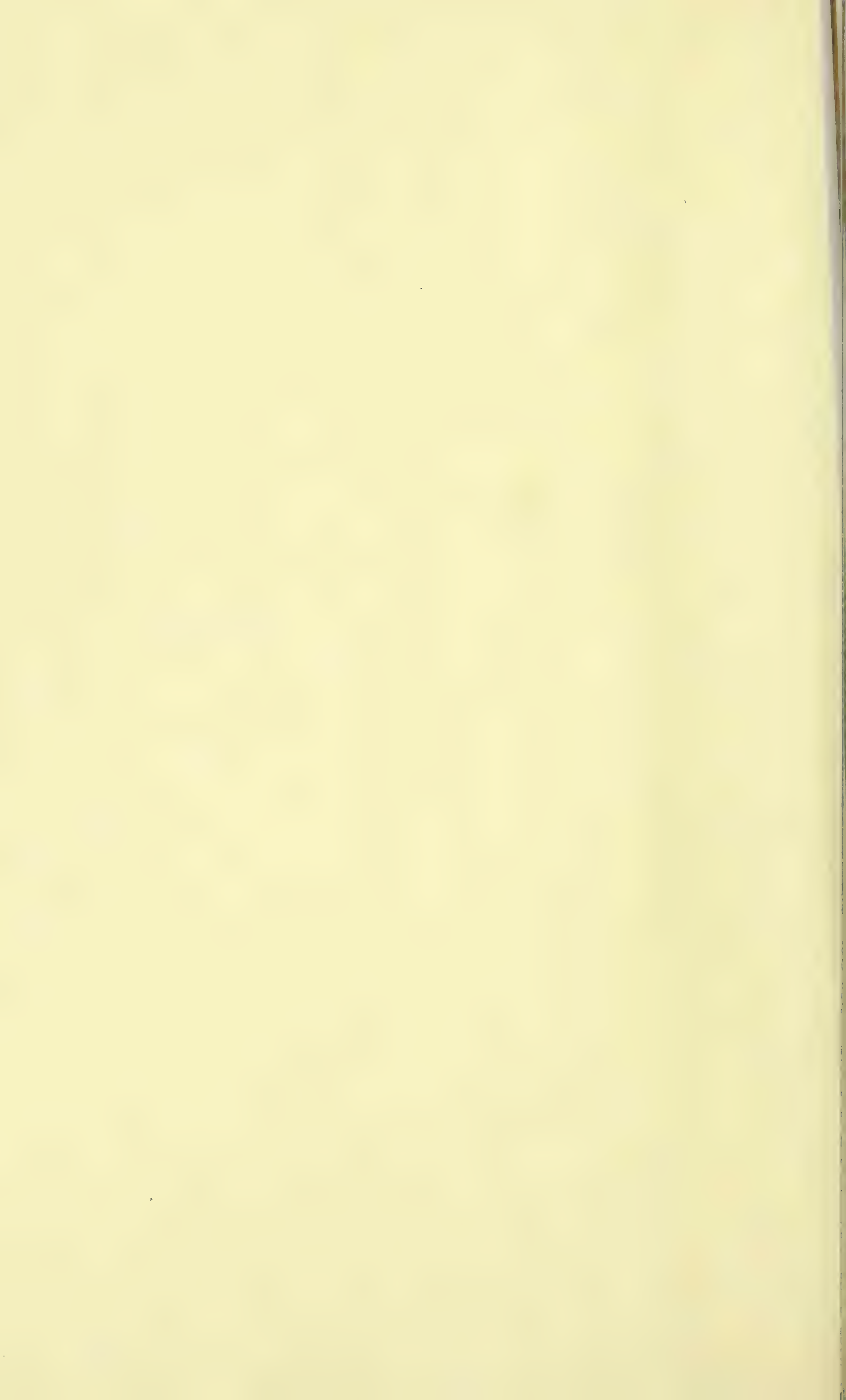




H. Landois ad. nat. del.







Studien über das Gehörorgan der Decapoden.

Von

Dr. V. Hensen, Prosector in Kiel.

Mit Taf. XIX—XXII.

Das Gehörorgan der höher organisirten Krebse liegt gewöhnlich im Basaltheil der inneren, nicht aber, wie man lange Zeit annahm, als sog. »Hörcylinder« in dem ersten Gliede der äusseren Antenne. Es ist nach den neueren ausgezeichneten Darstellungen des Gegenstandes vielleicht nicht mehr nöthig das auszusprechen, aber eine Darstellung der Sachlage ist doch erforderlich.

Der »Hörcylinder«, von *Minasis*[1]) 1775 zuerst beschrieben, besteht aus mehreren Theilen. In der Nähe des Mundes, zuweilen sogar nach *v. Siebold*'s[2]) Entdeckung unter dem Mundrande versteckt, liegt ein kleiner hohler, vorragender zuweilen beweglicher Conus, dessen Seitenwände aus auffallend harter Schalenhaut gebildet werden, während sein äusseres Ende von einer relativ weichen Chitinhaut überzogen ist, die am besten wohl dem Corneagewebe des Krebses gleichzustellen ist. Diese Haut, die man mit einem Trommelfell oder der Membran des runden Fensters verglichen hat, besitzt in der Mitte einen Schlitz, durch den man in das Innere des Körpers gelangen kann. Auf dem Wege kommt man zwar zunächst in den zweiten Theil unseres Apparates, in eine mit Flüssigkeit erfüllte Blase, auf welcher ein besonderer Nerv sich verbreitet. Die Blase hat einen Hals, welcher noch im Cylinder steckt, ihr Körper dagegen ruht mehr frei hinter diesem. Zu dem ganzen Apparat tritt ein eigener Nerv.

Man hat in dieser Einrichtung gar Vieles zu finden geglaubt, was sie zum Hören geschickt mache, namentlich hob man hervor, dass doch ein Cavum tympani, an dessen Eingang ein Trommelfell ausgespannt sei, und vor Allem eine mit Nervenausbreitung versehene Blase nachgewiesen

1) Dissertatio su de Timpanetti dell' udito scoperti nel Granchio Paguro 1775. Citirt nach *Scarpa*.

2) Vergleichende Anatomie pag. 442. Scylarus arctus.

werden könne. Der ziemlich weite Schlitz spricht nun entschieden gegen die schallleitende Function jener Haut, die Blase dagegen könnte gewiss als Hörorgan dienen, wenn vom Ende der Nerven her Apparate in ihre Flüssigkeit hinein ragten, wie sie von den Wirbelthieren und Mollusken beschrieben sind oder wie wir sie von den Krebsen werden kennen lernen. Aber solche Einrichtungen finden sich nicht; daher liegt kein Grund vor, den Cylinder mit der Hörfunction in Beziehung zu setzen und das um so weniger, als er von den Autoren für Anderes in Anspruch genommen wird. Es hat nämlich *Neuwyler*[1]) gefunden, dass die bekannte grüne Drüse in directe Verbindung mit der Labyrinthblase trete, so zwar, dass sie ihr Secret durch den Schlitz des Cylinders ergiesst. *Häckel*[2]), der die Oeffnung im Cylinder für die Entleerung des Harns in Anspruch nimmt, erwähnt, dass die Membran der grünen Drüse ununterbrochen in das Chitin der äusseren Haut übergehe. Nach seinem Bericht hat *Strahl* die Drüse vom Cylinder aus mit Quecksilber injicirt, wodurch *Neuwyler*'s Angaben bestätigt würden; es soll sich ferner nach Jenem im Cylinder ein complicirter Muskelapparat, von dem auch schon Andere reden, vorfinden, welcher die Bewegung des Schlitzes (aus dem bei Reizung Flüssigkeit austritt) vermittle. *Häckel* selbst scheint den Cylinder nicht untersucht zu haben. *Leydig*[3]), der übrigens die Einmündung der Drüse in die Blase nicht für sicher demonstrirt erachtet, entrückt dieses Gebilde vollends unserem Bereiche, denn, indem er mit *Zenker* die grüne Drüse bei niederen Krebsen in dem »Schalendrüse« benannten Apparat wiederfindet, ist er wohl geneigt, das bekannte Haftorgan dieser, dem die Schalendrüse stets anliegt, mit dem Cylinder der Decapoden, dem die grüne Drüse anhängt, in eine Reihe zu stellen.

Alle die letzteren Autoren lassen also das in Rede stehende Gebilde zunächst für die vegetativen Functionen des Körpers bestimmt sein, ich trete dieser Meinung um so lieber bei, als ich nicht im Stande war an dem Apparat von Palaemon und Crangon irgend eine Structur zu finden, die auf ein Sinnesorgan zu deuten wäre. Selbst an den, für solche Untersuchungen überaus günstigen, frisch abgeworfenen Häuten lassen sich keinerlei Anhänge oder auffallende Poren entdecken; man sieht nur übereinstimmend mit den Angaben *Häckel*'s, dass von der Spalte des »Trommelfells« eine äusserst dünnwandige Membran in die Körperhöhle hineingeht, deren Ende jedoch bei meinen Präparaten stets unregelmässig ein- und abgerissen erschien. Es kann diese Beobachtung auch gegen die englischen Autoren (*Farre*, *Spence Bate*) geltend gemacht werden, welche das Geruchsorgan in den Cylinder hineinverlegen wollen. Uebrigens meine ich noch besonders *Leydig*'s Aufstellung durch

1) Anatomische Untersuchungen über den Flusskrebs. Verhandl. d. schweizer. naturf. Gesellschaft 1841.

2) *Müller*'s Archiv f. Anatomie 1857. pag. 551.

3) Naturgeschichte der Daphniden pag. 24.

die Thatsache stützen zu können, dass sich bei Mysis vorn seitlich am Cephalothorax die Windungen einer Schalendrüse vorfinden. Der Cylinder liegt an der gewöhnlichen Stelle. An einer sehr durchsichtigen Mysisart beobachtete ich, dass das »Trommelfell« förmlich als Ventil gebraucht wurde und in ziemlich raschem Wechsel den Cylinder schloss oder öffnete.

Das wahre Gehörorgan der Krebse ward, ein böses Omen! von Anfang an ungünstig aufgenommen; es haben sich zwar ausgezeichnete Forscher sehr entschieden für Deutung der betreffenden Gebilde als Hörapparate ausgesprochen, aber ungewohnte Verhältnisse haben noch bis zur Stunde eine allseitige Anerkennung gehindert.

Unser Organ ward zuerst 1811 von *Rosenthal*[1]) beschrieben, der die Höhle, den Eingang zu derselben und die streifige Verbreitung der Nerven an ihr recht wohl erkannte, der Steine in der Höhle geschieht jedoch keine Erwähnung. Aber schon *Treviranus*[2]), der den Befund von *R.* bestätigt, fand den Sand auf der Höhle der Blase.

Nach ihm und ohne seiner zu erwähnen beschrieb *Farre*[3]) die Hörblase und zwar von Astacus (marinus und fluviatilis), Pagurus und Palinurus, deutete sie aber gleich richtig. Den wesentlichen Inhalt der schönen Abhandlung dieses Autors geben wir hier wieder.

Am ausführlichsten werden die Verhältnisse des Hummers geschildert. Die Decke der, in der Basis der inneren Antenne liegenden Blase ist eine dünne, kalkfreie Membran, welche eigentlich als der oberen Antennenwand angehörig betrachtet werden kann. An ihrem vorderen Ende findet sich eine kleine, runde, mit Haaren bekränzte, der Erweiterung fähige Oeffnung; welche bei einigen Individuen durch eine Klappenbildung noch ausdehnbarer gemacht wird. Wenn man die ganze obere Decke entfernt, kommt man auf einen häutigen, ringsum freien, nur an der Wand der erwähnten Oeffnung aufgehängten Sack, der beinahe das ganze Antennenglied ausfüllt; wenn man von o b e n h e r untersucht, findet man stets eine Anzahl kleiner Sandkörnchen darin, die einen bestimmten Platz inne haben. Auch bei den anderen untersuchten Thieren fand *Farre* die Sandkörnchen in gleicher Weise, und daher müssen diese durch die Oeffnung von aussen hereingekommenen Theile als stellvertretender Apparat für die Otolithen anderer Thiere betrachtet werden. Wenn diese Steine entfernt werden, bemerkt man auf der unteren Lamelle des Sackes eine halbcirkelförmige Linie, welche aus mehreren Reihen von Haarfortsätzen besteht, von denen besonders eine Reihe stark hervortritt. Bei 200maliger Vergr. erkennt man, dass die Haare hohl und ausserordentlich fein gefiedert sind, während sie im Innern anscheinend Nervengranula enthalten. Die Haare zeigten sich an ihrer

1) Ueber den Geruchssinn der Insecten. *Reil's* Arch. f. d. Physiol. Bd. 10. 1811. pag. 427.

2) Biologie Bd. 6. pag. 309.

3) On the Organ of hearing in Crustacea; Philos. Transact. 1843. pag. 233.

Basis, wo sie von den Wandungen eines Porencanals entspringen, kugelförmig erweitert.

Der Nervus acusticus entspringt zwischen den Nervenästen für die beiden Antennen und geht isolirt an die Unterfläche des Hörsackes, wo er hauptsächlich in der Nähe der Haare einen dicken Plexus bildet, um sich, nach der oberen Fläche zu gehend, zu verlieren.

Dies ganze Verhalten zeigte sich im Wesentlichen ebenso bei den anderen Krebsen. Oeffnung, Sand, Haare, dünne isolirte Wandungen des Sackes waren mehr oder weniger entwickelt auch hier vorhanden.

Alsdann bespricht *Farre* die Bedeutung des Apparates; er erachtet die Hörfunction desselben dadurch begründet, dass ein gesonderter, vom Gehirn entspringender Nerv reiche Plexus auf einem »Vestibularsack« bildet[1]).

Die Oeffnung des Bläschens ist immer genügend gross, um den »Hülfsotolithen« den Durchgang zu verschaffen, die ihrer Natur nach ja von aussen hineinkommen müssten.

Alsdann unterzieht er die Haare seiner Betrachtung. Es seien diese mit Nervenmasse gefüllten Fortsätze eine Einrichtung, um die Nervenenden in der Weise zu vervielfältigen, dass sie die leisesten Schwingungen der Flüssigkeit, welche den Sack ausdehne, empfänden. Aber um diese Wirkung noch zu verstärken seien Sandkörner hinzugebracht, Nebenotolithen, die, sich frei in dem flüssigen Inhalte des Sackes bewegend, beträchtlich die Vibrationen der Flüssigkeit vermehren würden.

Jedoch wahrscheinlich würden die Nerven noch kräftiger durch einen unmittelbaren Contact mit den Steinen selbst erregt. Die Thatsache, dass die Steine immer auf derjenigen Oberfläche sässen, welche bei gewöhnlicher Lage des Thieres die niedrigste sei, dass folglich die Steine durch ihr Gewicht stets in Berührung oder dicht an den Haaren sein müssten, scheine anzudeuten, dass unmittelbare Berührung nöthig für die Function dieses Organs wäre. Die leiseste Bewegung der Flüssigkeit bringe ein oder mehr Partikel in Berührung mit ein oder mehreren Haaren, und in der That sei, in Anbetracht der Zahl und Beweglichkeit der Sandkörner, und in Betracht der Verbreitung der Haare und ihres zarten Flaumes, es fast unmöglich, dass die geringste Bewegung in der Flüssigkeit eintreten könne, ohne Sandtheile in Berührung mit den Fortsätzen zu bringen, und so die Fortpflanzung der Bewegung zu bewirken.

In demselben Jahre fand *Souleyet*[2]) ein Gehörorgan in einigen pelagischen Krebsen, namentlich in Leucifer; in der inneren Antenne dieses Thieres liege ein kleiner glänzender Körper, der ihm ein Otolith zu sein scheine.

1) *Rosenthal* schloss auf ein Geruchsorgan, weil Nerv und Cochlea vorhanden seien! Heute sehen wir ganz verwundert, wie locker diese Schlussfolgerungen waren; hinter welchen falschen Analogien mögen sich unsere Trugschlüsse wohl bergen?

2) Comptes rendus 1843. Bd. II. pag. 665. Anmerk.

Interessant und zur Vorsicht mahnend ist die Art, wie namentlich *Farre*'s Entdeckungen aufgenommen wurden. *Erichson*[1]) schliesst seinen Bericht über dessen Arbeit: »Ich habe mich nicht davon überzeugen können, bei einem — — — frisch getödteten Flusskrebs, fand ich das Häufchen Sand in der Höhlung des fraglichen Organes still liegend, während Otolithen hin und her schwingen müssten. Ich kann daher auch die Ansicht des Verfassers über dies Organ nicht theilen.«

Siebold[2]), der auch noch bei Palaemon, Nephrops und Maja die fraglichen Organe erkannte, aber dennoch in der Blase des Cylinders aus oben erwähnten Gründen das wahre Gehör zu erkennen glaubte, sagt: »Es ist schwer zu begreifen, wie *Farre* diese Höhlen als Gehörwerkzeuge ausgeben konnte, wobei die Sandkörner, welche von aussen zufällig in das Innere dieser Höhle gelangen, die Rolle von Otolithen spielen können.« Ueber *Souleyet* sei erst die weitere Bestätigung abzuwarten.

Auch *van d. Hoeven* sprach sich, einer Angabe *Huxley*'s gemäss, in seiner Zoologie gegen *Farre*'s Ansichten aus.

Leuckart und *Frey*[3]) beschäftigten sich darauf mit dem Gehörorgan unserer Thiere; auch sie erklären jedoch *Farre*'s Hülfsotolithen für »eine sehr gewagte Conjectur«. Diese Forscher nun entdeckten im Schwanze von Mysis in einem geschlossenen Bläschen einen Otolithen. Es war dies ein concentrisch geschichteter, krystallinischer aus Kalk und Chitin bestehender Körper, von welchem Haare, die in seine Masse hineingehen, herausragten.

Alsdann veröffentlichte *Huxley*[4]) eine Note, in welcher er entschieden für *Farre*'s Ansicht eintritt, allerdings auf die Hülfsotolithen geht er nicht näher ein. Er bestätigt *Souleyet*'s Angaben für Leucifer und beschreibt ausserdem das Gehörorgan eines Palaemon der Südsee. Die innere Antenne sei mit einem äusseren getrennten Dorn versehen. Zwischen ihm und dem Körper der Antenne sei eine schmale Spalte. Diese leite in eine birnförmige, von dünnen Wandungen umschlossene Höhle, die in der Antenne läge, im Grunde dieser Höhle finde sich eine Reihe in gekrümmter Linie stehender Haare, deren Basis blasig erweitert sei. Diese Haare berührten einen grossen länglichen, stark lichtbrechenden Otolithen, den sie zu stützen schienen. Der Antennennerv versorge die gekrümmte Linie an der Basis der Haare.

Leuckart's spätere Arbeit[5]) hat unter uns Deutschen einigermaassen Anerkennung der fraglichen Organe bewirkt. *L.* schliesst sich an *Farre*

1) Archiv f. Naturgeschichte 1844. Bd. II. pag. 337. oder Bericht über die Leistungen in der Entomologie 1844. pag. 89.

2) Vergl. Anatomie pag. 441. Anmk.

3) Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere.

4) Annales and Magasin of Natural History 1851. pag. 304.

5) Ueber die Gehörwerkzeuge der Krebse. Archiv für Naturgeschichte Jahrg. XIX. Bd. I. 1853. pag. 255.

und *Huxley* im Wesentlichen an, »es giebt nicht blos eine Anzahl von Krebsen, bei denen das Bläschen in dem Basalgliede der inneren Antenne nach Form, Bau und Inhalt mit dem Gehörorgan anderer niederer Thiere vollständig übereinstimmt; sondern auch Uebergangsformen zwischen diesen Bildungen und dem gewöhnlich sogenannten Geruchsorgane.« Nur über die Natur der Otolithen ist *Leuckart* anderer Ansicht wie *Farre*. Dass die Concremente in Säuren nicht löslich seien, habe nur für schwächere Säuren Geltung. »Von concentrirter Schwefelsäure werden dieselben unter Gasentwicklung angegriffen, nach und nach auch (freilich nur langsam und unvollständig) aufgelöst«. In der Lösung bilden sich Gypskrystalle.

Leuckart theilt die Gehörorgane in zwei Gruppen, 1) geschlossene Bläschen mit einem Otolithen, 2) offene Räume mit in der Regel mehrfachen Gehörsteinen. Die Zahl der Krebse des ersten Typus vermehrt er durch die Entdeckung des Organes bei Mastigopus und Hippolyte viridis. Bei Ersterem fand er einen glashellen, nicht geschichteten Otolithen, in einer geschlossenen Höhle der inneren Fühler. Bei Hippolyte fand sich in der äusseren Seitenschuppe, welche dem äusseren Seitendorn bei Mastigopus entsprechen dürfte, die fragliche Blase. Die Oberfläche des Otolithen ist mit zahlreichen, netzförmig sich durchkreuzenden Furchen durchzogen, die als dünne Risse bis weit in die Substanz hineindringen.

Die andere Form des Organes ward bei Palaemon (4 Species) und bei Pasiphea nachgewiesen. Bei Palaemon squilla besteht der Inhalt der Blase aus einem einfachen, sphärischen Otolithen, der sehr leicht zerfällt und deutliche Klüftungsspalten zeigt, andere Palaemon hatten jedoch nur kleine Steinchen in der Höhle, die sich aber durchaus nicht anders verhielten, wie die isolirten Bruchstücke des Steines von P. squilla.

Das Gehörbläschen liegt nun nicht frei und lose im Basalgliede, hängt auch nicht etwa an einzelnen, beschränkten Stellen mit dem Skelet zusammen, sondern ist an seiner ganzen oberen Fläche fest gewachsen. Es ist eine Lamelle des Antennenskeletes, die sich bläschenförmig nach innen abgehoben hat. Das Bläschen von Palaemon besitze eine Spalte, und zwar nicht *Huxley*'s Längsspalte, sondern eine Querspalte mit eigenthümlicher Klappe.

Bei den kleineren Arten ist die Innenfläche des Gehörbläschens völlig glatt und eben, bei einer grossen indischen Art findet sich im Grunde des Bläschens eine Bogenreihe von grossen Borsten. Bei Pasiphea wurde bald ein Stein, bald ein Haufen kleinerer getroffen. Bei Crangon, Nika konnte *Leuckart* kein Gehörorgan finden.

Im Jahre 1856 veröffentlichte dann *Krøyer*[1]) eine kurze Notiz über unser Organ; ausführlich aber giebt er seine Erfahrungen etwas später, als Anhang seiner Monographie über Sergestes[2]). Es waren ihm bis zur

1) Oversigt Kongl. danske Vidensk. Selskb. pag. 170.
2) Videnskb. Selskabet Skrifter 1859. Bd. 4. Hft. 2.

Drucklage der Arbeit *Leuckart*'s eben referirte Untersuchungen unbekannt geblieben, und daher giebt er öfter schon Bekanntes, doch sagt er, seine Arbeit müsse willkommen sein, da sie im Wesentlichen mit *Leuckart* übereinstimme, in weniger wichtigen Dingen jedoch abweiche, auch auf ein reicheres Untersuchungsmaterial sich stütze. *Krøyer* hat die Gehörorgane gesehen bei: Sergestes, Leucifer, Mysis, Pagurus, Palaemon, Pandalus, Peneus, Hippolyte, Crangon, Astacus, Nephrops, Homarus, Palinurus, Portunus, Lithodes, Galathea, Lupea, Platycarcinus, Pericera, Hyas.

Er stellt dieselben zwei Typen wie *Leuckart* auf; der erste ist der bei weitem seltnere, da *Krøyer* ihn nur bei Sergestes, Leucifer, Mysis und Phyllosoma angetroffen hat. Er bezweifelt *Huxley*'s und *Leuckart*'s einschlägige Beobachtungen an Palaemon und Hippolyte; entweder müssten sich diese Autoren im Befunde oder in der Bestimmung des Thieres geirrt haben.

Hinsichtlich des zweiten Typus hat der Verfasser nur bei ganz einzelnen Geschlechtern, Palinurus, Homarus, Astacus, mit einiger Sicherheit vom Dasein einer äusseren Spalte sich überzeugen können. Für die übrigen Arten ist er geneigt sie zu läugnen, die betreffenden Angaben seien wohl Täuschungen, da ja z. B. *Huxley* und *Leuckart* über Palaemon so sehr von einander abwichen.

Borstenreihen finden sich nach *Krøyer* sehr gewöhnlich, ja vielleicht stets in dem Inneren des Sackes angebracht, ein Verhalten, welches vielleicht in Verbindung mit der Bewegung der Otolithen stehen könnte.

Zwischen den Otolithen, deren Farbe häufig unrein ist, finden sich dunkle schmutzige Massen von unbekannter Bedeutung. *Farre* und *Siebold* irrten sich, als sie die Otolithen für Sandkörner nahmen. Wenn Autor auch davon absehen will, dass er bei den allermeisten Thieren keine Oeffnung hat finden können, so muss dieselbe, wenn vorhanden, zu klein sein um die ziemlich grossen Otolithen aufzunehmen. Wenn ferner diese Körper zufällig von aussen hereinkämen, so würden sie zuweilen fehlen, zuweilen vorhanden sein, sie würden bei derselben Art bald in grösserer, bald in geringerer Menge sich finden, das aber ist durchaus nicht der Fall. Verfasser hat auch niemals im Sacke Sand, sondern nur Kalkconcretionen getroffen, auch waren unter dem Gehörsand des Krebses stets einige Steine von der Form eines dreiseitigen Prisma's mit dreiseitiger Zuspitzung. Auch noch das Factum spricht gegen die Hülfsotolithen, dass bei einem beinahe neugeborenen Pagurus pubescens die Steine schon vorhanden waren.

Farre hat nur, sagt *Krøyer*, nie unter dem Mikroskope Druck angewandt, wenn man das thut, lassen sich die Partikel leicht in kleine Stücke zerdrücken und ritzen dabei nicht das Glas, was beweist, dass sie nicht Quarz sind.

Endlich bespricht *Krøyer* noch den Hörapparat von Mysis, an den er von letzten Bauchganglion einen Nerven herantreten sah, und dessen Hörfunction er vertheidigt.

Leydig[1]) hat schon früher bei Alpheus Sivado Risso also wohl = *Leuckart's* Pasiphea ein Gehörorgan vorgefunden, doch äussert er sich später[2]) wie folgt: »Ueber das ‚Ohr' des Flusskrebses liessen sich histologischerseits fast Bedenken aussprechen. Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, etwas von spezifischen Elementartheilen zu erblicken; die Höhle wird von einer gewöhnlichen porenhaltigen Chitinhaut begrenzt, und die sog. Otolithen machen doch ganz den Eindruck von Steinchen, die von aussen hereingekommen sind. Zudem sieht man zugleich mit ihnen in der ‚Ohrhöhle' allerlei anderen Detritus, Panzer von Bacillarien, Navicularien etc.«

Somit habe ich referirt was zu finden war, sehr zu loben ist unsere Kenntniss des Crustaceengehörs gerade nicht. Selbst das Wenige, was wir davon wissen, ist bestritten und unsicher. Dies ist auffallend, denn eigentlich liegen die Verhältnisse gar nicht so sehr verborgen, so wenig, dass ich im Stande bin und mich erbiete jedem Mikroskopiker die wesentlichen Verhältnisse hier so zu demonstriren, wie sie die Abbildungen zeigen.

Meine Untersuchungen wurden zunächst und hauptsächlich an frischen Thieren angestellt, und zwar an denjenigen, welche mir hier zu Gebote stehen, nämlich Astacus marinus und fluviatilis Fabr., Carcinus maenas Lin., Crangon vulgaris Fabr., Palaemon antennarius Edw. und squilla[3]) Fabr., Hippolyte (?) Leach, Mysis spinulosus Sch. Ausserdem machte die Liberalität von Prof. *Behn*[4]), des Vorstehers der hiesigen zoologischen Sammlung, mir es möglich, noch über 20 weitere Krebsarten zu untersuchen, wodurch das Verständniss und die Uebersichtlichkeit der Verhältnisse ganz bedeutend gefördert wird. Freilich schien es besser, die Untersuchung der Spiritusexemplare, als eine weniger vollkommene, gesondert zu geben.

Der Gehörapparat der höheren Krebse besteht nun, kurz gesagt, darin, dass von der Endganglie eines Nerven ein feiner Faden in ein Chitinhaar hineintritt und an einen eigenthümlich gebildeten Theil der Haarwand sich festsetzt. Diese Haarwand ist so locker mit der Schalenhaut verbunden, dass sie bei entsprechenden Tönen recht bedeutende Schwingungen vollführen kann und vollführt. Das Haar selbst geht zuweilen noch in oder zwischen Steine hinein. Wir wollen die einzelnen Theile des Gehörapparates zunächst gesondert untersuchen und beginnen den anatomischen Theil mit

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie 1851. pag. 287.
2) Histologie pag. 280. Anmerk.
3) Darunter P. rectirostris Zaddach?
4) Der auch namentlich durch Literatur mich freundlichst unterstützte.

den Otolithen.

Diesen Bildungen ist, das ist wahr, kein besonderes Gewicht beizulegen, aber ihre Betrachtung hat schon deshalb voran zu gehen, weil sie bis jetzt den Kernpunkt der Untersuchungen und Fragen bildeten.

Es ist schon von *Leuckart* und *Krøyer* völlig richtig ausgesprochen, dass man wesentlich zwei Typen des Gehörorganes zu unterscheiden habe, je nachdem seine Blase offen oder geschlossen sei und dass nach diesem Verhältnisse sich auch durchgehends die Form der Otolithen richte. Wir werden diese Erfahrung völlig bestätigen, müssen jedoch noch zwei weitere Unterabtheilungen hinzufügen, nämlich geschlossene Hörblasen, welche der Otolithen ermangeln, und Gehörapparate, welche in einer Blase nicht eingeschlossen sind. Ueber die Vertheilung dieser Einrichtung sehe man unten die Tabelle.

Die Steine aus den offenen Hörblasen sind bereits von *Farre* abgebildet worden, doch kann man sie auch in unserer Fig. 1 bei etwas stärkerer Vergrösserung vom Hummer und Crangon finden. Ueber die Form derselben ist eigentlich nichts Besonderes zu sagen, namentlich beim Krebs und Hummer sehen sie ihrer Hauptmasse nach so aus wie weisser Sand unter dem Mikroskope, bei den Cariden freilich müsste man diesen Sand erst sehr fein sichten, um das Vergleichsobject zu gewinnen. Die grösste Menge der Steine sieht also aus wie Quarzpartikel, dazwischen finden sich andere Stücke, schwarz, blau, grau, roth, violett und namentlich viele weisse undurchsichtige Theile (Kalk), endlich jene unbestimmte dunkle Masse, von der schon *Krøyer* spricht.

Setzt man zu einem Haufen dieser Otolithen Salzsäure, so entwickeln sich Luftblasen in nicht unbedeutender Menge. Diese Blasenentwicklung findet bei Palaemon antennarius entschieden reichlicher statt wie in einer gleichen Quantität unseres Seesandes, der jedoch auch auf Säurezusatz Gas entwickelt. Nach dem Säurezusatz bleiben bei Palaemon die wie Quarz aussehenden Partikel ungelöst und man kann sie, die immerhin die Hauptmasse ausmachten, jetzt mit den stärksten Mineralsäuren kochen, sie bleiben ohne ihr Ansehen irgend geändert zu haben, während die übrigen Massen theils schwinden, theils zu formlosen gekörnten Materien zerfallen. Wenn die Quarzkörner gross genug, d. i. vom Hummer sind, lassen sie sich vor dem Löthrohr auf Kohle glühen ohne sich zu verändern. Eine Quantität ähnlich behandelter Steine von Palaemon gaben mit einer entsprechend geringen Menge von kohlensaurem Natron geschmolzen, eine klare, leider etwas röthlich gefärbte Perle. Alles Reactionen, die mit Entschiedenheit auf Kieselsäure deuten.

Material an Hummern und Krebsen mangelte mir zuletzt, und es ist so äusserst unbequem, die Otolithen von Palaemon und Crangon in grösserer Menge zu gewinnen, dass ich mit Berücksichtigung der nachfolgenden Angaben geglaubt habe, die weitere Analyse unterlassen zu dürfen.

Noch konnten die physikalischen Eigenschaften der Steine verfolgt werden. Zerquetscht man dieselben zwischen Glas, so zerbrechen sie recht leicht zu kleineren scharfkantigen Splittern, verletzen aber dabei das Glas, indem sie entsprechend ihrer Grösse Ritzen einschneiden. Um die Stellen, welche durch die Otolithen von Palaemon entstehen, zu erkennen, erfordert es bereits 300fache Vergrösserung. Ich habe Quarzsand in allen diesen Reactionen verglichen, finde aber keinen Unterschied.

Es möchte somit denn doch die Richtigkeit der Angaben *Farre*'s erwiesen sein; doch zu oft haben schon die Meinungen über diese Frage gewechselt, als dass wir nicht die gründlichste Erwägung hätten eintreten zu lassen.

Krøyer läugnet, dass Ritzen im Glase entstehen; wenn wir nicht annehmen wollen, dass er sich darin täuschte, so wäre daran zu denken, ob er nicht etwa Thiere, die auf Kreideboden lebten, vor sich gehabt hat.

Der Zwiespalt mit *Leuckart*'s oben gegebener Beschreibung hat mir sehr viel Arbeit gekostet. Am wenigsten widerstrebend fügen sich seine Beobachtungen über die Reaction der Steine. Wenn nämlich dieselben sich in Schwefelsäure nur langsam und unvollständig lösten, dabei aber Gypskrystalle entstanden, so ist dazu nur nöthig, dass neben Kieselsäure ziemlich viel Kalk vorhanden gewesen ist. *Leuckart* hat aber eine geschlossene Uebergangsreihe der Otolithenformen demonstrirt, eine Reihe, die so viel innere Wahrscheinlichkeit besitzt, die im Grunde auch so durchaus mit meinen Erfahrungen (besonders der, dass sich der Uebergang zwischen beiden Gehörformen im Palaemon machen muss) stimmt, sich auch so eng an die Angaben *Huxley*'s anschliesst, dass es mir oft schwer wurde, meinen Befunden ihr Recht zu lassen. Die Schwierigkeit mehrt sich dadurch, dass ich die beiden Formen von Otolithen unvermittelt lassen muss.

Der Uebergang macht sich nach *Leuckart* so, dass bei Hippolyte mit geschlossener Hörblase der Stein bereits rissig sei, dagegen bei Palaemon squilla mit offener Hörblase ein einziger Stein sich finde. Letztere Angabe kann ich nun durchaus nicht bestätigen, stets erschienen mir bei letzterem Thiere die Otolithen als ein Haufen sandartiger Steine, ein Haufen, der nie auch nur entfernt auf die Zerspaltung eines einzigen Steines zurückzuführen war. Jedoch ist es wahr, dass bei P. squilla sowohl als bei P. antennarius die Otolithenmasse eine recht wohl abgerundete Form hat, und da, wie wir später sehen werden, anzunehmen ist, dass die Thiere ein Secret für diesen Haufen liefern, könnte durch eine festere Verklebung, fester als sie mir bisher vorkam, das Verhalten dem eines einzelnen Steines etwas mehr genähert worden sein. Es ist schwer begreiflich, wie bei Thieren mit offener Ohrblase ein gewöhnlicher und regelmässiger Otolith sollte zu Stande kommen können; es müsste doch erst durch die ausgesonderte Kalkflüssigkeit die Spalte verschlos-

sen werden, diese ist aber bei Palaemon stets ganz frei. Auch in Beziehung auf *Huxley's* Palaemon muss ich daran festhalten, dass entweder die Spalte fehlte oder der Otolith aus Sand bestand. Die Spalte hat *Huxley*, darin stimme ich mit *Leuckart* überein, auf jeden Fall falsch gesehen, wahrscheinlich ist es mir, dass die Spalte, die auch in der Figur nicht gezeichnet ist, nicht vorhanden war, sondern dass der Sack völlig geschlossen gewesen ist.

Bei den bisherigen Befunden habe ich mich nun aber um so weniger beruhigen dürfen, als geltend gemacht war, dass die Steine gar nicht durch die respectiven Blasenöffnungen hindurchkönnten. *Krøyer* stellt diese Muthmaassung aus dem Grunde auf, weil er die Oeffnung nicht finden konnte, *Leuckart* beruft sich darauf, dass schützende Haare sie versperrten. Untersuchen wir diese Einwände! Wo mehrere Steine waren, habe ich immer, wenn ich suchte, eine Oeffnung der Höhle gesehen, bei Carcinus maenas und den Brachyuren findet sich keine Oeffnung, aber auch keine Steine. Die Haare verengen allerdings den Eingang bei Hummer, Krebs und Crangon, aber sie sind auch sehr biegsam, das kann man zuweilen bei Crangon beobachten, wenn die Ohrhöhle so mit Steinen gefüllt ist, dass die Spitze von einigen zwischen den sie von oben her zusammenhaltenden Haaren sich durchdrängt. Zum Schutze allerdings gegen Infusorien sind sie stark und dicht genug.

Zu einem definitiven Abschluss kommen wir durch die Beobachtung der Entstehung der Steine. Die Untersuchung ist relativ leicht, weil man nicht auf die Embryonalperiode zurückzugreifen braucht, sondern die alten Thiere dafür benutzen kann, denn bei der Häutung werfen diese ihre Gehörblase, also auch die Otolithen ab, und alsdann geschieht die Neubildung der letzteren.

Nun geht freilich die Häutung so rasch vor sich, dass es schwer ist, darüber zuzukommen, jedoch wird man es sich dadurch bequem machen, dass man einen Palaemon dicht vor der Häutung (woran das Stadium zu erkennen sei, s. u.) isolirt; häutet er sich dann nicht etwa über Nacht, so stelle man ihn ruhig einige Tage hin, alsdann füttere man ihn mit Muscheln oder Würmern und nach wenigen Stunden wird er nun seine Haut abwerfen; ohne Fütterung kommt die Häutung nicht leicht zu Stande. Als ich, dies Verfahren befolgend, einen Palaemon gleich nach der Häutung untersuchte, war durchaus kein Stein in der Höhle vorhanden, liess ich das Thier wieder frei, so fanden sich schon nach einigen Stunden unregelmässige Steinbröckel in der Höhle, an Aussehen den Sandpartikeln entsprechend. Ausser diesen fand sich noch schwarze undefinirbare Masse vor, wie sie auf dem Boden des Gefässes lag, von einer Neubildung von Steinen in der Höhle war keine Andeutung zu finden. Weitere Entscheidung stand zu erwarten, wenn man dem Thier während der Häutung alle Sandpartikel entzog. Trotz wiederholter Versuche ging die Sache doch nicht nach Wunsch, nach 8 Ta-

gen fand sich stets etwas Masse und Steinbröckel vor, wenngleich so wenig, dass die Zeichnung des Otolithensackes Fig. 31, zu welcher ein solches Thier diente, auch den Grund der Blase berücksichtigen konnte. Wahrscheinlich stammten die Massen in der Blase von Theilen, welche dem Körper angehangen hatten oder auch aus seinem Kothe.

Interessant war es, den Palaemon zu beobachten, wie er eifrig mit seinen Scheeren auf dem Boden des Glases umhergriff und sie dann an die Ohrblase hinführte, ich sah zwar nicht, dass er etwas zwischen den Scheeren hatte, jedoch sieht man die Körner der Blase schon recht schwierig mit blossem Auge! Immerhin bestätigte die Beobachtung die Vermuthung, dass es sich hier um einen der Sinnesthätigkeit dienstbar gemachten Instinct handle; gesichert scheint das durch folgende Beobachtung.

Drei Thiere Palaemon antennarius, welchen die Häutung bevorstand, wurden in filtrirtem Salzwasser in ein Gefäss gesetzt, dessen Boden durch Krystalle von reiner Harnsäure bedeckt war. Sie häuteten sich die ersten zwei Tage nicht, darauf fütterte ich sie, und nach zwei Stunden hatte eines, das nur allein gefressen hatte, sich gehäutet. Ich nahm die Haut fort und fand in der Ohrhöhle den gewöhnlichen Sand, keine Harnsäure. Nach drei Stunden nahm ich das betreffende Thier heraus und fand in dessen Ohrhöhlen kein einziges Sandpartikel, dagegen eine grosse Menge von Harnsäurekrystallen, so dass durch diese der Sand vertreten war. Die beiden andern Thiere häuteten sich erst am folgenden Tage, ich liess sie darauf noch zwei Mal 24 Stunden in der Flüssigkeit, tödtete sie dann und legte sie einige Zeit in dünne Ćr. Dadurch gelang es, die Weichtheile aus der Antenne zu entfernen und man sah nun wiederum, dass die Hauptmasse der Otolithen aus den Harnsäurekrystallen bestand, jedoch fand sich namentlich mehr im Centrum noch andere schwärzliche Masse. Die Fig. 21 zeigt dieselbe aus dem Hörsack des dritten Thieres im Querschnitt. Ich setzte nun zu dem Präparat Essigsäure und bemerkte eine reichliche Menge von Luftblasen, die aus dieser Masse aufstiegen, ohne dass jedoch eine Lösung der letzteren selbst dabei eintrat. Natron, welches die Harnsäure löste[1], liess diese Substanz in der Kälte unverändert. Man könnte nun geneigt sein, unbestimmte, Kohlensäure entwickelnde Materie als Secret der Hörblase aufzufassen, jedoch ist mir diese Annahme unsicher geworden. Die Thiere hatten während der Tage eine gewisse Menge Koth excernirt, der in dem engen Gefäss theilweise auf der Harnsäure gelegen haben mag, und so ins Ohr gesteckt ward, davon, dass der Koth von Palaemon mit Säuren stark aufbraust, habe ich mich mit Rücksicht auf diese Frage überzeugt.

1) Die reine Ū verdanke ich Herrn Assistenten *Jürgensen*, es waren wenig charakteristische Formen, doch könnte es fast dem ärgsten Zweifler genügen, wenn ich anfügen kann, dass ich durch NaO und Säuren noch in der Blase die mikroskopischen Formen der Harnsäurekrystalle hervorbrachte.

Durch alle diese Erfahrungen halte ich *Farre*'s Ansicht für definitiv festgestellt; sollten selbst Oeffnungen gefunden werden, welche für die Hülfsotolithen zu klein sind, würde die Weichheit des Panzers nach der Häutung schon genügen, diese Schwierigkeit zu heben. Palinurus, der nach *Farre* viele Otolithen trägt, hat keine Scheeren dieselben in den Ohrsack zu tragen, doch ist die Bildung seiner Antennen so, dass er nur einmal mit dem Kopfe durch den Sand zu graben braucht, um Otolithen zu bekommen.

Noch können wir diesen Gegenstand nicht ganz verlassen, denn die Lagerung der Steine verdient unsere Beachtung. Beim Hummer, beim Krebs, wahrscheinlich bei allen grösseren Thieren breitet sich der Sand über eine grössere Fläche aus, bei Crangon, namentlich aber bei Palaemon bildet er einen sphärischen Körper mit im Groben ziemlich regelmässiger Begrenzung. Bei Crangon, beim Flusskrebs und Hummer berühren die Steine an einzelnen Stellen die Blasenwand, bei Palaemon dagegen scheinen sie nirgends dem Boden aufzuliegen, sondern werden durch Haare von demselben entfernt gehalten. Davon überzeugt man sich an Durchschnitten Fig. 21 und auch wenn man die isolirte Blase rollen lässt.

Woher die besonders regelmässige Formung der Steine bei Palaemon entstehe, ist noch nicht ganz klar. Wenn das Thier auch, wie wir gesehen, die Steine selbst in die Höhle hineinlegt, so kann es, da die Oeffnung (Fig. 31) sehr gedeckt liegt, die Steine doch nicht weiter ordnen. Es ist für die Frage nun von Gewicht, dass die am Grunde der Blase stehenden Hörhaare winklig gebogen sind und so mit ihren Spitzen nach der Mitte zu convergiren, dass durch sie eine Art Schüssel oder blinder Trichter erzeugt wird, auf welchen muthmaasslich die Steine fallen und dann dort liegen bleiben. Wenn nun noch ein klebriges oder erstarrendes Secret zwischen die Steine ergossen würde, wäre die Sache einigermaassen erklärt. Jenes Secret könnte man vielleicht in den öfter angezogenen dunkeln Substanzen finden wollen, die die Kohlensäure entwickeln, und wirklich spricht namentlich die Anwesenheit von Drüsenporen im Sacke für eine solche Annahme, aber ich finde, dass in dem ausschliesslich secernirten Otolithen von Mysis kohlensaure Verbindungen nur später und nebensächlich auftreten; das mahnt zur Vorsicht. Wenn das sich häutende Thier eine Amputation seiner Scheeren überleben wollte, liesse sich die Sache wohl sicher entscheiden.

Die Otolithen in geschlossener Blase unterscheiden sich durch ihren Bau, ihre Glätte und ganzen Habitus sehr wesentlich von der vorhergehenden Form.

Den Stein einer inneren Antenne konnte ich frisch durch einen günstigen Zufall beobachten, der mir eine ca. 3''' lange Hippolyte (Leach) sp.[1]?

[1] Es war mir gerade dieses Thier besonders erwünscht, weil *Kreyer* gegen *Leuckart* behauptet hat, Hippolyte habe keine geschlossene Ohrblase. Leider ist mir

ins Netz trieb. Der Otolith (Fig. 3) ist 0,056 mm. gross, mit glattem Contour versehen und hat in der einen Antenne einen wohl mehr zufälligen gerundeten Anhang. Nachdem das Präparat einige Zeit lang in Glycerin gelegen hat, zeigt nur mehr der eine Stein eine Scheidung in Kern und Rindensubstanz, doch eine nach dem frischen Stein gemachte Skizze deutet mehrere Schichtungslinien an. Es gehen Streifen bis ins Innere des Otolithen hinein, diese rühren von eindringenden Haaren her. Andeutungen von Spalten, wie sie *Leuckart* bei H. viridis sah, vermochte ich nicht zu finden.

Reactionen auf die Steine habe ich nicht gemacht, da ich sie aufbewahren wollte, doch will ich nicht verhehlen, dass mit Rücksicht auf die späteren Erfahrungen von Leucifer und Sergestes und in Anbetracht ihres starken Glanzes sie sich als organisch erweisen möchten.

Den merkwürdig genug im Schwanze gelegenen Otolithen von Mysis flexuosus beschrieben schon *Frey* und *Leuckart* genauer. Er sei eine rundliche krystallinische Masse mit einem hellen Centrum $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}'''$ gross. Von zwei Seiten beträchtlich comprimirt, besitze er die Gestalt einer rundlichen dicken Scheibe, deren Contouren im Uebrigen manche Unregelmässigkeiten böten. Die eine Fläche der Scheibe sei mehr oder minder abgeflacht, die andere dagegen mit einer nicht unansehnlichen, centralen, nabelförmigen Hervorragung versehen. Der ganze Körper lasse zahlreiche mit dem Rande concentrisch verlaufende feine Linien erkennen, die Hervorwölbung liege nach unten.

Vorstehende Beschreibung ist im Wesentlichen, doch nicht in allen Stücken für Mysis spinulosus zutreffend, weshalb wir sie etwas vervollständigen müssen. Man sehe Fig. 4, 5 u. 6. Die Form der Otolithen ist zuweilen rund, zuweilen ein Oval, dessen Längsaxe mit der des Schwanzanhanges parallel läuft. Die untere Fläche ist plan oder sehr schwach concav, die obere gewölbt und mit einem stärker gewölbten Aufsatze, einer Art Kuppel, versehen, jener nabelförmigen Hervorragung von *Frey* und *Leuckart*. Die Grösse ist ziemlich verschieden (aber viel geringer wie die von M. flexuosus 0,5 mm.). Diese Unterschiede im Volumen des Steines sind durch zweierlei Verhältnisse bedingt, einmal durch das Alter des Thieres, in welcher Beziehung das Maximum 0,21, das Minimum 0,084 mm. Durchmesser des Otolithen betragen dürfte, zweitens variiren aber auch die Maasse des Steines bei gleich grossen Thieren. Bei solchen betrug z. B.

die nähere Bestimmung meines Thieres nicht möglich gewesen, weil trotz aller Mühe kein weiteres Exemplar zu bekommen war; nach *M. Edwards* würde es dicht bei H. viridis zu stellen sein. Es finden sich jedoch einige Schwierigkeiten der Genusbestimmung, die nicht vorenthalten werden dürfen. Form und Fiederung der Abdominalfüsse schien nicht befriedigend mit der Diagnose von Hippolyte zu stimmen, ausserdem aber besass das Thier eine deutliche, ausserordentlich zarte Orbita, die anderen H. fehlt. Diese Unsicherheit wird nicht durch den später folgenden Befund an Spiritusexemplaren von H. ganz gehoben werden.

die Breite des Schwanzanhanges	1,375	1,377	1,3	mm.
die Steine waren lang resp.	0,12	0,198	0,105	mm.
„ „ „ breit „	0,1025	0,15	0,1	mm.

Die Dickendurchmesser wurden nicht genommen, doch ist deren Verhalten ein stets proportionirtes, durchschnittlich $1/_{12}$ geringeres wie der Breitendurchmesser. Man sieht, dass ein Stein nahezu doppelt so gross sein kann wie ein anderer, ein Volumensunterschied, der ganz ausserordentlich auffällt, wenn solche Steine bei einander liegen. Es deutet das ein recht rasches Wachsthum der Otolithen an, wird aber dadurch allein noch keineswegs erklärt; ganz einfach ergeben sich aber diese Unterschiede aus dem höchst merkwürdigen und interessanten Factum, dass bei diesen Thieren gleichfalls in gewissen Perioden die Gehörblase sammt Otolith abgeworfen wird, eine Einrichtung, die hinsichtlich der Grösse des verlorengehenden Stoffes zu Ungunsten der Krebse mit geschlossenen Ohrblasen ausfällt.

Die hübschen, relativ durchsichtigen Steine verdienen ein genaueres Studium, wäre es auch nur ihrer Neubildung halber. Sie bieten zwei Systeme von Streifungen dar, ein radiäres und ein concentrisches.

Von dem ersteren können wir zwei Arten unterscheiden, die eine ist im frischen unverletzten Stein entweder gar nicht sichtbar, oder man bemerkt doch nur auf der Oberfläche eine ziemlich dichte Punktirung (Fig. 6 *A*) als Ausdruck der Radiärstreifung. Zerbricht man jedoch einen Stein, so bemerkt man an den Bruchstücken (welche in der Richtung der beiderlei Liniensysteme entstehen) sehr deutlich die Radiärstreifen; man erkennt dann aber auch sogleich, dass diese Streifen nur krystallinische Stäbchen sind, als welche sich die Masse des Steines quer durch die concentrischen Streifen hindurch angeordnet hat. Dieser Bau ist schon so deutlich genug, lässt man jedoch concentrirte Säuren auf den Stein einwirken, so gewinnt er noch an Deutlichkeit, da die Oberfläche sich ungleich anätzt; man erkennt nun, wie jedem der vorhin erwähnten Punkte ein Stäbchen entspricht. An manchen frischen Steinen ist übrigens auf der convexen Seite von einer Punktirung nichts zu sehen, dagegen erscheint die Fläche gefeldert (Fig. 6 *B*). Dies Ansehen erinnert mich lebhaft an Zellenabdrücke, ward aber von Anderen, denen ich es zeigte, für drusig erklärt. Ich habe nicht ermittelt, was der Sache zu Grunde liegt.

Die zweite Art der radiären Streifen findet sich seltener, es sind Klüftungsspalten (Fig. 9 *A*), welche von dem Mittelpunkt aus sich in einer oder mehreren Richtungen in den Stein hinein erstrecken. Sie stören nicht wesentlich die Cohäsion desselben.

Das concentrische Liniensystem findet sich, so weit das verglichen wurde, mit recht grosser, wenn gleich nicht absoluter Regelmässigkeit vor, es besteht in gleicher Weise bei den Steinen der kleinsten wie der grössten Individuen, sobald nur einige Zeit nach der Häutung vergangen ist.

Concentrischer Linien haben wir an regelmässigen Steinen drei Arten zu unterscheiden (Fig. 4). Trennungslinien wollen wir die einen nennen (*b*), Schichtungslinien die zweiten (*c. d*), Reflexlinien die dritten (*e*).

Die Trennungslinien sind scharfe bei genauer Einstellung dunkle Linien, welche, zwei an der Zahl, constante Plätze im Stein einnehmen. Sie verdienen ihren Namen, weil, wie man beim Zerdrücken des Steines erkennt, an ihnen der Zusammenhang etwas gelockert ist. Die äussere von ihnen springt (Fig. 4. 5 *c*.) leicht in die Augen, sie ist stets scharf und deutlich, häufig hie und da wie ausgebrochen und deshalb mit hellen Lichtern versehen. Sie scheint dasjenige Stadium des Wachsthums unseres Steines zu bezeichnen, von wo aus der Stoffansatz langsamer geschah und daher Schichtung entstanden ist. Bemerkenswerth ist auch, dass die Haare, welche in den Stein eindringen, immer nur bis an sie herantreten, dort aber die Linie selbst etwas von ihrer Schärfe einbüsst. Die innere Trennungslinie Fig. 4 *c'* umgrenzt eine unregelmässige Kernmasse des Steines, eine Masse, die oft geschwänzt und geschweift, häufig Vacuolen enthält und deren nähere Beschreibung unnöthig ist, da jeder Stein andere Formen bildet. Diese Trennungslinie ist oft nicht recht deutlich, jedoch andere Male sehr wohl zu unterscheiden; ich lege Gewicht darauf, weil von da an der Stein eine regelmässige Form erhält. Auf Queransichten erscheint zuweilen zwischen den beiden noch eine dritte Linie, über deren Bedeutung ich jedoch nicht sicher bin.

Die Schichtungslinien Fig. 4 *d. e.* sind helle Streifen, welche sehr dicht auf einander folgen, so dass eigentlich abwechselnd dunkle und helle Schichten, ähnlich der Streifung einzelner Knochenlamellen, entstehen. Wir haben zwei Arten von Schichtung zu unterscheiden, eine Grundschichtung, welche, oft weit deutlicher wie in Fig. 4 *e*, namentlich in den Kreis ausserhalb der äusseren Trennungslinie auftretend, rings um den Stein verläuft, und eine Specialschichtung, welche, die vorige unterbrechend, die einzelnen Haare und Haargruppen umkreist. Woher letzteres Verhalten komme, ist mit Sicherheit nicht zu sagen. Man könnte vermuthen, dass theilweise durch die Haare hindurch der Mineralstoff ausschwitze und dadurch die concentrische Ablagerung entstehe; dagegen spricht aber, dass gerade an der Eintrittsstelle des Haares sich eine Lücke befindet. Dies Verhalten lässt sogar den umgekehrten Schluss wahrscheinlich erscheinen, dass nämlich die Haare die Ablagerung von Salzen in ihrer Nähe hindern und daher die Lücken erst später, also mit einem Specialsystem, ausgefüllt werden.

Die Reflexlinien Fig. 4 *f*. sind helle oder dunkle, breite, nie scharf begrenzte Linien, die durch die verschiedenen Krümmungen des Steines hervorgerufen werden. Sie rühren nämlich von der Einbuchtung her, aus der die Kuppel entspringt, ferner von der Wölbung derselben, endlich von der äusseren Trennungslinie, welche eigentlich ein Tren-

nungsmantel, gleichsam einen zweiten inneren Stein bildend, auch entsprechende Reflexe bewirkt. Natürlich ändern sich diese Linien je nach der Einstellung. Sie tragen sehr zu dem eleganten Aussehen des Steines bei.

Kleine Abweichungen von dieser Beschreibung, von der Form des Steines, namentlich ein oder mehrere Anhängsel an denselben kommen wohl vor; eine grössere Unregelmässigkeit habe ich unter gegen 1200 Otolithen, die ich für die Analyse herauspräpariren musste, nur einmal und da in beiden Schwanzanhängen gefunden, wo der Stein zu einer höckerigen wurstförmig gekrümmten Masse geworden war, in welche jedoch die Haare hineinragten [1]). Es wird diese Missbildung wohl mit der Neubildung des Steines, einer zu langsamen Abstreifung der alten Ohrhöhle, zusammenhängen.

Die erste Anlage des Steines habe ich nie beobachten können, er war selbst schon über die innere Trennungslinie hinaus gebildet bei einem Thier, welches gleich nach der Häutung starb. Ich halte es für höchst wahrscheinlich, dass die Bildung durch einen Niederschlag auf die Spitzen der Haare, welche nach der Mitte der Höhle zu convergiren und vom Centrum nicht gar ferne bleiben können, erfolge.

Hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit des Steines machen *Frey* und *Leuckart* folgende Angaben: »Dieser — — Körper besteht aus einer organischen Grundlage, welche von verdünnten Säuren und concentrirten Alkalien nicht angegriffen wird und vermuthlich Chitin ist. An diese organische Grundmasse gebunden ist eine ziemliche Menge anorganischer Salze, namentlich kohlensauren Kalkes. (Man bemerkt bei Anwendung von Säuren eine mässige Entwicklung von Kohlensäure). Die Haare reagiren im Uebrigen ganz gleich mit ihrem Körper, sind daher höchst wahrscheinlich Chitinhaare« u. s. w.

Meine Untersuchung führt uns anders.

Den frischen Stein, der noch gross genug ist um die Voruntersuchung an ihm auszuführen, kann man mit Natronlauge kochen, ohne ihn anzugreifen, ebenso giebt man sich vergeblich Mühe, ihn durch Kochen auf dem Objectträger, auch selbst durch die concentrirtesten Säuren zu lösen; so oft man auch wieder erwärmt, man kann wohl die Haare lösen, aber den Stein, der freilich ein angeätztes Aussehen angenommen hat, löst man nicht weiter. Lässt man ihn dagegen einen Tag in einer grösseren Menge von concentrirten oder verdünnten Mineralsäuren liegen, so löst er sich völlig, vielleicht mit Zurücklassung von ganz wenig häutiger Materie, aber die Haare bleiben (bei der diluirten S.) ungelöst zurück und können sie also ihrer ganzen Länge nach studirt werden. Nach diesem Verhalten lässt sich mit Sicherheit behaupten, dass der Stein kein Chitin enthält.

1) Präparat im Besitze d. hiesig. Anatomie.

Wenn man den Stein glüht, so schwärzt er sich nur vorübergehend und nimmt dann eine blendende Weisse an, leuchtet auch stark in der Löthrohrflamme (Kalk). Nach dem Glühen ist er noch so consistent, dass man hierdurch überzeugt wird, wie die organische Masse nur einen sehr geringen Theil von ihm ausmachen könne. Mit dem Kobaltoxyd geglüht bläut sich der Stein nicht (Keine Thonerde und Kieselsäure).

Ich habe nun zur genaueren Untersuchung die schon genannte Zahl von Steinen verwendet; die organische Substanz ward vernachlässigt, die Steine vorher immer geglüht. Als Base ergab sich Kalk, die Säure dagegen konnte ich, so sonderbar es auch klingt, nicht erkennen. Kohlensäure ist nämlich nur in geringer Menge im Steine vorhanden, ja wenn man den eben gebildeten Stein (an dem die ässerste Schicht sogar durch $\bar{A}c$ gelöst wird) mit Säuren behandelt, findet gar keine Gasentwicklung statt. Der (unzerrieben) in Säuren recht schwer lösliche Stein löst sich in Phosphorsalz zur klaren Perle (keine Kieselsäure). Die Perle in Wasser gelöst enthält keine Schwefelsäure. Nach längerem Kochen löst Salzsäure den Stein ganz auf, in dieser Lösung erzeugt Ammoniak einen starken im Ueberschuss nicht löslichen Niederschlag. Aller Berechnung nach müsste das basisch phosphorsaurer Kalk sein, aber der frische Niederschlag wird durch $\bar{A}c$ nicht, selbst nicht beim Kochen gelöst, auch versagte die Molybdänreaction und in dem Theile der Flüssigkeit, wo durch den gebildeten Salmiak noch hätten Reste des phosphorsauren Kalkes in Lösung sein müssen, brachte Magnesia selbst nach Tagen keinen Niederschlag hervor. Der Stoff war zu unangenehm zu beschaffen, als dass ich noch weiter hätte analysiren sollen.[1])

Es wird nunmehr Zeit zur Betrachtung der

Hörblasen

überzugehen. Das Cavum auris ist eine ringsum von, zuweilen sehr feinen, Chitinwänden umgebene Höhle, welche als durch Einstülpung der äusseren Chitinschicht entstanden gedacht werden kann. Die Wand hängt stets noch mit der äusseren Haut zusammen, aber die betreffenden den Zusammenhang darstellenden, Hautringe, die bei einem Theil der Decapoden noch weit offen stehen, können sich bei anderen so glatt an einander legen, dass eine Communication der Höhle nach aussen nicht mehr stattfindet. Bei weit offener Mündung wird der Eingang durch

1) Herr Professor *Himly* hat nun noch die Gute gehabt, mit der Substanz von 200 Steinen die folgende Analyse auszuführen. Er fand, dass die in NO_5 gelöste Masse keine Phosphorsäurereaction mit molybdänsaurem Ammoniak gab. Dass in Phosphorsalz sich die Substanz klar löste, und dass, nachdem sie mit SO_3 geglüht war, im Rückstand sich Kalk und Schwefel nachweisen liess. Darnach wäre die Säure flüchtig, was, combinirt mit den anderen Reactionen im hohen Grade wahrscheinlich macht, dass die unorganische Masse des Steins Fluorcalcium sei. Eine Anätzung von Glas ist nicht sicher erhalten worden.

Haare geschützt. *Leuckart*[1]) betrachtet die Säcke als eine Lamelle des Antennenskeletes, die sich bläschenförmig nach innen abgehoben habe, jedoch schrieb er dies, bevor noch die Chitinlehre ernstlich in Angriff genommen war.

Die Form und Bildung der einzelnen Höhlen ist in den Arten sehr abweichend und bietet nach mehreren Richtungen hin so Wichtiges, dass eine nähere Beschreibung nicht erlassen werden kann.

Die Form des Cavum vom Krebs und Hummer ist schon von *Farre* u. A. genügend beschrieben, specieller darauf einzugehen, hat für den Augenblick kein Interesse. Jedoch eins ist zu erwähnen; namentlich an den Stellen der Höhle, wo die Steine liegen, erscheinen neben den gewöhnlichen feinen Poren gröbere Canäle, welche sich in einem langen biegsamen Faden durch die Chitinogenschicht hindurch fortsetzen; wie man das Fig. 7 *A* u. *B* von der Fläche und im Querschnitt sieht. Sind es ähnliche Bildungen, wie *Leydig*[2]) sie schon von den Drüsen der Insecten beschrieben hat? Ich konnte die Sache nicht weiter verfolgen, die Mode gebietet ja zu hasten. *Farre*[3]) zeichnet für diese Stellen kleine, die Oberfläche des Sackes bedeckende Haare, ich vermochte dieselben nicht zu finden; es liegt aber eine Verwechselung jener Drüsengänge mit Haaren nicht so fern wie es den Anschein hat.

Die Ohrblase von Crangon Fig. 8. liegt in der Wurzel der inneren Antenne, sie stellt eine ziemlich geräumige, etwas tiefere als breite Einstülpung der äusseren Haut vor. Die Höhle würde von einer flachcylindrischen Form sein, wenn sie nicht von aussen her durch eine Vorstülpung der Wand Fig. 8 *c*. eingeengt würde. Den grössten Durchmesser besitzt sie im Eingang, welcher oben durch einen verdickten Saum der Antennenhaut umgrenzt wird (*a*), unten allmählich in die Körperoberfläche übergeht. Diese weite Mündung des Sackes wird durch gefiederte Haare so vollständig geschlossen, dass ohne Verbiegung der Fieder Infusorien nicht mehr hineinkönnen. Die Haare *b* entspringen nicht genau am Rande der Höhle, sondern etwas hinter diesem, sie sind an ihrer Basis ohne Anschwellung und hier allem Anscheine nach solide, ihre Spitze drückt auf die obere Fläche der Antenne. Die schon erwähnte Vorstülpung an der äusseren Wand, welche wie eine Art Crista acustica sich in den Sack vorwölbt, ist rings mit Steinen umgeben, und da sie Fig. 8.19.*c*. die Hörhaare trägt, ist sie der wesentlichste Punkt im Sacke. Diese Bildung ist jedoch nichts als eine Einbucklung der Sackmembran, welche sich auf die ganze äussere Wand erstreckt.

Die Ohrhöhle von Palaemon ist eine einfache runde an der Unterfläche etwas eingebuckelte Blase, die von *Leuckart* so beschrieben ist, dass es auch für P. antennalis genügen könnte. — »Dafür besitzt unser

1) Loc. cit. pag. 261.
2) Zur Anatomie der Insecten, im Archiv für Anatomie 1859.
3) Loc. cit. Pl. IX. Fig. 9.

Gehörbläschen einen Querspalt, der die obere Wand des Basalgliedes durchbricht und eine directe Communication zwischen dem Innenraum des Bläschens und dem äusseren Medium herstellt. Dieser Spalt nimmt etwa die Mitte des Gehörbläschens ein, liegt aber nicht frei zu Tage, sondern wird von einer klappenförmigen Querleiste bedeckt, die ihren freien Rand nach vorn kehrt und nach Aussen ohne Weiteres in den Seitendorn des Basalstückes sich fortsetzt.«

Wenn man die Fig. 31 ansehen will, wird man sie im Wesentlichen mit *Leuckart*'s Beschreibung übereinstimmend finden, doch ist noch Einiges daran zu erklären. Man erkennt die Blase und deren etwas seitlich aufliegende Oeffnung leicht, letztere, *d*, sah ich sonderbarer Weise immer schräg nach aussen gerichtet (so dass damit nun vier von einander abweichende Beschreibungen dieser Spalte vorliegen); über die Blase hin liegt (*e*) die dünne Lamelle des Seitendorns, welche bei *f* sich einfaltet. Die ganze Bildung erklärt sich nun so. Von der Spitze der Antenne her tritt die Haut an die Spalte der Gehörblase heran, biegt sich hier in die Tiefe, um den Sack zu bilden und kommt dann an dem hinteren Rande des Spaltes wieder in die Höhe, von da geht sie aber nicht etwa weiter rückwärts zum Kopfe hin, sondern wendet sich von neuem nach vorn, um dann, nachdem sie eine Strecke weit die Ohröffnung überbrückt hat, sich wieder zurückzuschlagen und nun wirklich in die Haut des Cephalothorax überzugehen. Durch diesen Rückweg bildet die Antennenhaut nun eine Falte, welche seitlich etwas verdickt die Antenne überragt und dadurch den Seitendorn *b* bildet.

Die Membran der Falte ist so dünn, dass ein Längsdurchschnitt, der ohnehin nach dem Kopfe zu keinen geschlossenen Kreis mehr zu bilden vermag, sich immer stark verschiebt und daher keine gute Zeichnung giebt, jedoch bestätigen auch solche Schnitte die obige Beschreibung. Querschitte (Fig. 21) geben schwierige Bilder: *a. a'. b. b'* ist die Antennenwand, welche also die Weichtheile umschliesst. Der Kreis, den sie bildet, wird nun durch eine Querscheidewand, von der der Otolithensack herabhängt, in zwei Theile getheilt. Diese Querscheidewand entspricht in ihrem unteren Theile der Decke der Gehörblase, dann folgt *c'* ein dunklerer Strich, welcher die hintere Kante der Oeffnung von der Peripherie her gesehen darstellt und darüber läuft auf den Beobachter zu die untere Lamelle der Falte des Seitendorns. Wäre der Schnitt vorwärts von dem Hörspalt durchgegangen, würden wir statt der viere, fünf oder sechs Membranen durchschnitten haben müssen.

Von der soeben besprochenen Einrichtung bis zu der geschlossenen Blase von Hippolyte ist gleichsam nur ein Schritt. Wir finden nämlich hier, Fig. 3, ähnlich wie bei Palaemon, einen deutlichen, ja sogar relativ sehr mächtigen Seitendorn *c*, aber die Falte desselben geht nicht mehr so weit auf die Antennenfläche hinauf, bedeckt auch die Otolithenblase nicht mehr ganz und scheint mit ihr überhaupt nicht nahe verbun-

den zu sein. Die Blase selbst ξ, eine geräumige längliche Höhle, liegt in der Aussenseite der inneren Antenne. Sie läuft nach vorn und aussen spitz zu (*a*) und zeigt hier unregelmässige Falten, die vielleicht andeuten, dass die Blase von hieraus sich eingestülpt habe. Eine besondere Stelle der Wandung für den Ursprung der Otolithenhaare, habe ich nicht nachgewiesen, obgleich eine solche ohne Zweifel vorhanden sein wird. *Leuckart*[1]) giebt an, dass der Otolith in dem Seitendorn läge; wen der Zufall mit einer lebenden H. viridis begünstigt, wolle uns, bitte, nähere Details darüber mittheilen!

Die Ohrhöhle von Mysis reiht sich ihrer Form nach dicht an die eben beschriebene an. Auffallender Weise liegt sie, wie bekannt, nicht in der inneren Antenne, denn dort findet man nicht die geringste Spur einer Höhle, sondern im mittleren Schwanzanhang, eine Lage, aus der sich die intensive Reflexerregbarkeit dieses Thieres gegen Schalleindrücke erklären möchte. Die Ohrhöhle (Fig. 5. 9. 10) erscheint von oben hergesehen in der Regel oval, die Längsaxe jener des Schwanzes parallel; doch zieht sich die Höhle lateral und rückwärts etwas spitz aus. Von der Seite gesehen, Fig. 5, ist sie mehr halboval oder vielmehr, die untere Seite wölbt sich convex in's Innere der Blase vor, auf solche Weise einen Berg, den Haarbuckel, Fig. 5. 10 *e*, bildend. Auch auf der Seitenansicht erkennt man die peripherische Zuspitzung der Blase Fig. 5 *d*! Ihre Wandungen sind unmessbar fein, nur auf dem Haarbuckel sind sie dicker. Diese Dicke hört jedoch medial mit einer ganz scharfen Linie auf (Fig. 9 *d*), welche bei der Betrachtung des Schwanzes von unten sehr auffallend ist. Eigenthümlich gestaltet sich der Zusammenhang des Sackes mit der äusseren Wand des Schwanzes; wenn man die Sache nicht kennt, wird man, mindestens am frischen Thier, lange vergeblich forschen können. Eine etwas stärker tingirte Rinne, welche an der äusseren oberen Kante zwischen Otolith und Schwanzspitze gelegen ist, Fig. 9 *b* verräth den Ort, von wo die Einstülpung der Otolithenblase ausging. Diese Rinne wird bedingt durch eine Einbuchtung der äusseren Wandungen, welche sich, wie man das in dem Querschnitt Fig. 10 sieht, dicht gegen einander anstemmen, um darauf aus einander weichend, die Ohrhöhle zu bilden. Die von untenher kommende Haut bleibt, obgleich schon dünn, doch relativ starr und geht in schönem Bogen wieder abwärts, um sich dort medial vorwärts nach dem Haarbuckel (*e*) hinzubegeben, hier wird sie an der erwähnten scharfen Linie dünn und setzt sich nun in die Wand ξ des Hörsackes fort, wie man das sowohl an der Ansicht von unten, Fig. 9 *A*, als auch im Schrägschnitt in Fig. 10 deutlich sieht. Die obere Wand, Fig. 10 *a*, geht dick an die Rinne heran, um hier plötzlich sich mächtig zu verdünnen und in die obere Wand ξ' des in dem Schnitt leider zerrissenen Sackes überzugehen. Aus den Figuren wird man,

1) Loc. cit.

denke ich, die Verhältnisse, deren detaillirtere Beschreibung vorläufig kein Interesse hat, genügend erkennen.

Auffallend ist noch, dass die Haut des Schwanzes selbst an der medialen Seite bei Fig. 10 *f* so ausserordentlich verdünnt wird, um so mehr, da ähnliche Einrichtungen sich auch in der Klappe von Palaemon und über dem Sacke von Astacus finden; handelt es sich vielleicht auch hier um akustische Einrichtungen? Die Frage möchte wohl noch weitere Verfolgung verdienen.

Es bleibt nun noch übrig, die Gehörblase von Carcinus maenas zu betrachten, welche eine von der der Macruren sehr abweichende Form darbietet, dagegen als Typus jener der Brachyuren wohl gelten dürfte. Bis jetzt hat meines Wissens nur *Spence Bate*[1]) von derselben Nachricht gegeben. Dieser Autor bezeichnet den Gehörcylinder als Geruchsorgan (nach *Farre*), die Geruchshaare (*Leydig*) als Gehörhaare, »wich I have thougt, from their being constant to the auditory antenna, and never found on any other part, to have an intimate connexion with de sense of hearing, and therfore call them auditory cilia« (pag. 599). Ueber das Gehörorgan selbst findet sich nur (pag. 596): »The upper antenna is more complete and the internal structure of the acoustic organ Fig. 2′ may be detected in the first articulation«. Unter Fig. 2′ Anterior antenna, internal structure, finden sich auf den 6 Tafeln zwei Abbildungen, die eine vom jungen Thier zeigt in einer Strichzeichnung der inneren Antenne ein grosses Sechseck, dessen Ecken in gerade Striche sich verlängern, mit Ausnahme der zwei oberen, welche durch ihre Verlängerung einen dem Sechseck anliegenden Kreis bilden, letzterer könnte meiner Meinung nach vielleicht einen Stein bedeuten sollen. Die zweite Zeichnung vom erwachsenen Krebs ist mehr ausgeführt, jedoch auch sie kann ich zu meinem Bedauern für die Beschreibung nicht benutzen, es ist an ihr kein Punkt recht wiederzuerkennen.

Am bequemsten studirt man ohne Zweifel das Organ an der durchsichtigen Zoëa; leider liess ich die Gelegenheit ungenutzt vorbeigehen und habe nur eine Zeichnung (Fig. 25) zugeben, darnach scheint es, als wenn das Organ noch in diesem Stadium anders und einfacher, wie beim erwachsenen Krebs gestaltet sei, namentlich in Betreff des Vorkommens von deutlichen Otolithen ε. und auf die mehr kuglige Form der Höhle. Die rechte Antenne ist auf der Figur tiefer wie die linke eingestellt, doch sieht man an den beiden an der medialen Seite einen Wulst in die Ohrhöhle vorragen, welcher Haare trägt und den wir als Haarbuckel (*e*) bezeichnen wollen.

Das Gehörorgan des erwachsenen Krebses ist sehr unbequem zu erforschen. Sehr lange glaubte ich eine rudimentäre Form hier vor mir zu haben, bis ich endlich zu meiner grossen Ueberraschung fand, dass hier

1) On the Development of Decapod Crustacea. Philosoph. Transactions 1858.

der Hörapparat, zu sehr hoher Feinheit ausgebildet, sich den Verhältnissen der Wirbelthiere möglichst annähert. Der Sack hat eine so complicirte Form, dass die Beschreibung mir nicht völlig gelingen wird. Indem nämlich sich von der medialen Seite her dünnhäutige Ein- und Ausbuchtungen für den Hörapparat bilden, von der anderen Seite starke Knoten und Kanten, hauptsächlich für Muskelursprünge bestimmt, den Sack begrenzen helfen, und endlich der ganze kleine Raum akustisch gebaut zu sein scheint, stellen sich der Beschreibung Schwierigkeiten in den Weg, wie sie nicht viel grösser das Labyrinth bietet. Obgleich, wie ich das zu beachten bitte, mir fest steht, dass ein directer Vergleich mit dem Hörapparat der Wirbelthiere trotz schlagender Aehnlichkeiten nicht gerechtfertigt ist, muss ich dennoch an jene mich anlehnen, wenn ich dem Leser das Verständniss, dem Forscher die Kenntniss der Localitäten bringen will.

Der Sack Fig. 11—16. 26 liegt in dem beträchtlich erweiterten Basalgliede der inneren Antenne. Wie in den vorhergehenden Fällen, so ist auch er eine Einstülpung der äusseren Haut, deren Höhle nicht mehr nach aussen communicirt. Eine Linie, welche von dem hypothetischen Einstülpungsprocess herrührt, ist noch äusserlich deutlich sichtbar geblieben. Betrachten wir nämlich das Basalglied von der oberen (Fig. 11) oder lateralen Seite (Fig. 12), so zeigt sich ein auffallender Farbenunterschied in der Wandung. Der hintere Theil derselben ist nämlich ganz weiss und glatt, der vordere dunkel gefärbt und behaart. Diese beiden Theile stossen hart aneinander, ohne jedoch in einander überzugehen, denn sie sind dort durch eben jene Einstülpungslinie (*d*) von einander geschieden. Diese Linie liegt nicht ganz quer, sondern ist etwas lateral vorwärts gerichtet. Wie bei jeder Einstülpung eines Sackes durch eine enge Spalte Falten entstehen müssen, so sind solche auch hier zugegen, sie finden sich aber nur an den Endpunkten der Linie, namentlich lateral. Die andere Ecke zeigt nur eine conische Vertiefung (Fig. 11 *e*), welche blind endet, und die wir nach der Aehnlichkeit mit dem Namen »Trichter« bezeichnen. Die mehrfachen Einfaltungen der lateralen Ecke *f*, *g*, begeben sich als dickwandige Fortsätze ins Innere des Hörsackes, und dienen einestheils für diesen zur Stütze, anderntheils zum Ursprunge der Muskeln der folgenden Antennenglieder. (Letztere sind recht mächtige Stränge, welche unermüdlich die Riechhaare hin und her zu schwingen haben). Diese Ecke zeigt übrigens einige Verdickungen mehr, weil hier (Fig. 12 *a*) auch noch das Gelenk zur Verbindung mit dem Kopfe sich findet.

Betrachten wir nun dieselbe Linie von innen her! Fig. 13. Der Trichter (*e*) ragt ziemlich frei in die Höhle der Antenne (nicht die des Hörsackes) vor. Es gehen von ihm lateral zwei Lamellen ab, welche seine Verbindung mit dem Sacke bewerkstelligen. Die Einstülpungslinie erkennen wir in einer, in das Innere des Sackes vorragenden Leiste *d*

wieder, einer Bildung, entstanden durch ein Verhalten der äusseren Wand ähnlich demjenigen, welches wir schon bei Mysis beschrieben haben. Nachdem die Antennenwände nämlich zusammengetreten sind, divergiren sie nicht gleich wieder, sondern ragen, an einander haftend, eine Strecke weit in den Antennenraum hinab (Fig. 16 *d.*), so bilden sie die Leiste, an welcher der Sack hängt. Diese Einrichtung mag auf einen vollkommenen Verschluss berechnet sein; als isolirend vor im Körper erzeugten Geräuschen ist sie nicht aufzufassen, weil die lateralen Einfaltungen den Sack sehr massig mit der Antennenhaut verbinden.

Diese Anheftungsverhältnisse erschweren die Beschreibung des Sackes beträchtlich, weil wir ihn nur von unten unverletzt darlegen können. Wenn wir ihn von hier aus betrachten (Fig. 14), so fallen uns sogleich Gebilde auf, *e. h*, welche lebhaft an halbcirkelförmige Canäle erinnern. Wirkliche häutige Canäle können nun freilich im Skelete der Krebse schon allein der Häutung wegen nicht vorkommen, aber gebogene Halbcanäle sind allerdings vorhanden. Man findet sich am leichtesten über dieselben an Fig. 16, einem von lateral rückwärts nach der vorderen medialen Ecke geführten Durchschnitte, zurecht (das äussere Stück ist gezeichnet).

Wir hatten oben die Einstülpungsfalte beschrieben und gehen von ihr aus nun wieder weiter. Diese schickt nämlich zur Bildung des Sackes zwei Blätter ab, welche sich beide, ein wenig nach oben zurückgeschlagen, so wölben, als wenn sie einen kugelrunden Sack bilden wollten. Das gelingt ihnen aber nicht, denn von unten her drängt ein Fortsatz der lateralen Wand (der Hammer) den Sack nach oben der Einstülpungsfalte entgegen. So entstehen zwei nicht ganz von einander getrennte Räume, von denen der eine kleinere horizontale, lateral und unter der oberen Antennenwand gelegen ist, *q*, und von denen der andere mediale, durch eine Verbiegung der Einstülpungsfalte grössere, einen verticalen Sack bildet. Wenn der ganze Raum ursprünglich als Kugel zu denken war, müssten die beiden Säcke einigermaassen Halbkugeln darstellen. Der kleine horizontale Raum ist jedoch dafür zu sehr gestreckt, er bietet mehr eine cylindrische Gestalt dar. Der Cylinder ist aber, wie gesagt, nicht vollkommen abgeschlossen, sondern er communicirt noch mit dem grösseren Sacke in der Mitte durch eine Spalte, an den beiden Ecken aber durch eine rundliche Oeffnung, da hier wegen der Kürze und Form des noch zu besprechenden Hammers die Einstülpung unterblieben ist. Auf diese Weise wird unser cylindrischer Raum zu einem Halbcanale, welcher die beiden Enden des grösseren Sackes mit einander verbindet. Wir wollen ihn (Fig. 14 zwischen *l* und *m* und Fig. 16 *q*) als lateralen oberen Halbcanal bezeichnen. In dem verticalen Sacke ist unsere hypothetische Kugelgestalt auch nicht mehr vorhanden, denn es hat sich die mediale Wand desselben stark nach innen vorgebuckelt und dadurch den Raum gerade so umgestaltet, wie das geschehen würde, wenn wir etwa in die

Hälfte eines Gummiballes einen Buckel hineindrückten. Vom ganzen Raume bleibt eigentlich nur ein Gang übrig, welcher rings um den Buckel herumläuft. An einer reinen Halbkugel müsste der Gang bei breiter und tiefer Einbucklung ganz geschlossen sein, in unserem Sacke aber öffnet er sich an zwei Stellen, nämlich dort wo die beiden Enden des lateralen oberen Halbcanales in den verticalen Theil einmünden. Diese Einmündungsstellen sind so weit, dass dadurch der Gang völlig unterbrochen wird, und wir haben daher besser zwei Gänge oder Canäle zu unterscheiden, einen oberen medialen, Fig. 14. 16 bei *e*, und einen unteren bei *h*. Völlig abgeschlossen sind aber auch diese Canäle nicht, sie communiciren mit einander durch eine Spalte und verdienen höchstens die Bezeichnung »Halbcanal«. Von den beiden Stellen, an welchen sich die drei Canäle vereinigen, zeigt nur die laterale eine grössere Erweiterung, und da sich in ihr eine besondere Gruppe von Hörhaaren befindet, können wir sie als Alveus communis (Fig. 14 seitlich von *n*) bezeichnen.

Die Wandung des Sackes hat an mehreren Stellen Verdickungen, von diesen ist namentlich die bereits als Hammer bezeichnete erwähnenswerth. Es ist dies ein Fortsatz der Antennenwand, welcher vom Inneren des Sackes aus gesehen, sehr an den gleichnamigen Theil des Cavum tympani des Menschen erinnert (Fig. 14 *mn*, 15. 16 *m*). Seine Form ist bei verschiedenen Genus verschieden. Er läuft der Einstülpungsleiste parallel, besitzt einen Stiel *m*, einen Kopf *n* und einen rückwärts laufenden Fortsatz, welcher die Verbindung mit der äusseren Antennenwand bewirkt. Der Kopf ist eine rundliche Hervorragung, der ziemlich flache Stiel Fig. 15 *p*. läuft allmählich in Form einer Leiste in die Wandungen des Sackes aus, in ihm finden sich einige auffallend verdünnte Stellen. Von aussen gesehen ist der Hammer ausgehöhlt zum Ursprunge von Muskeln.

Von den übrigen Theilen des Sackes erscheint namentlich eine kleine Ausbuchtung ganz unten an der hinteren Ecke merkwürdig. Angedeutet findet man diese Stelle in Fig. 14, stärker vergrössert sieht man sie in Fig. 26 bei *b*. Sie bildet die tiefste Stelle des ganzen Sackes und zeigt gerade solche Porencanäle, wie sie aus den Otolithensäcken des Hummers und der Garnele beschrieben wurden. Solche Drüsenporen finden sich an keiner andern Stelle des ganzen Sackes; da nun die Steine der Zoëa an dieser Stelle liegen und da beim erwachsenen Krebs um sie herum gebogene Haare stehen, so ist sie als ein für Otolithen bestimmt gewesener Platz ziemlich sicher zu bezeichnen. Wenn ich mich nicht durch eigends auf diesen Punkt gerichtete vorsichtige Untersuchung von der Abwesenheit der Otolithen überzeugt hätte, würde ich nicht wagen, so entschieden dem Taschenkrebs alle derartige Gebilde abzusprechen. Im Allgemeinen zeigen die Wände des Sackes ausserordentlich deutlich Zellenabdrücke (mit dickem Saume, die Fläche dicht mit Poren besetzt,

jeder Abdruck einer Zelle entsprechend). Da wo die Membran sehr dünn wird (Fig. 26 *a*), verschwinden diese Abdrücke.

Wir schliessen nunmehr die Betrachtung der Ohrsäcke und gehen zu denjenigen Gebilden über, welche die wirksame Verbindung der Steine mit der Körperoberfläche bewirken, aus ihnen erst Otolithen machen, auf

die Hörhaare.

Man war schon vor der neueren Kunde von den Riechhaaren sehr bereit, in den zu besprechenden Haaren Sinnesapparate zu sehen, aber die Befunde haben wie es scheint nicht recht stimmen wollen. Alle Beobachter erwähnen der Haare, am ausführlichsten *Farre*, welcher besonders die kugelförmige Beschaffenheit der Basen hervorhob, diese ward dann noch von *Huxley* bestätigt, seit aber *Leuckart* die Haare nicht überall nachweisen konnte und *Leydig* in ihnen nichts Auszeichnendes zu finden vermochte, mussten sie offenbar sehr an Bedeutung verlieren; *Krøyer* meint übrigens, dass die Haare sich sehr gewöhnlich, ja vielleicht, (maaskee) stets im Innern des Sackes fänden, was vielleicht mit der Otolithenbewegung in Verbindung stehen könne; er giebt aber darüber gar kein Detail.

Man wird in den citirten Figuren schon auf manche Hörhaare gestossen sein, und in der That führte die Untersuchung auf eine grosse Reihe solcher, nicht bloss im Hörsack, sondern auch auf der freien Körperfläche. Die Deutung derselben als schallempfindender Apparat scheint mir, wie ich anticipire, recht sicher, da gerade an den Hörhaaren der Körperoberfläche, deren Fähigkeiten man am meisten misstrauen wird, sich nachweisen lässt, dass wenn nur der Nerv, welchen man in sie eintreten sieht, sensibel ist, tiefe Töne (Bassgeige und Horn) durch sie zur Perception gebracht werden müssen. Aber namentlich auch von morphologischer Seite wird man genöthigt, allen zu beschreibenden Haaren dieselbe Function zuzuerkennen. Abgesehen nämlich von dem sehr charakteristischen Verhalten der Nerven, haben die Haare unter einander sehr wesentliche Aehnlichkeiten. Alle stehen sie auf einem Porencanal auf, dessen Wandungen an einer Seite einen grösseren oder kleineren Wulst entwickelt haben, den Zahn $\mathfrak{z}$., namentlich aber ist es in die Augen springend, dass der Haarschaft nicht direct mit der Wand sich verbindet, sondern ganz oder grösstentheils durch eine sehr zarte Haut getragen wird, welche oft eine kuglige Anschwellung an der Haarbasis bildet. Hinsichtlich dieser Einrichtung drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, dass es hierbei auf eine Isolirung des Haares, vor Erschütterungen sowohl im Inneren des Körpers als auch um es schwingungsfähiger zu machen, abgesehen sei. Alle Haare zeigen endlich an einem Theil ihres centralen Endes einen eigenthümlichen Fortsatz, die Lingula $\mathfrak{l}$, an welchen sich der Nerv ansetzt. Die meisten Haare zeigen noch weitere bemerkenswerthe Aehnlichkeiten; identische Einrichtungen

dürften wohl bei allen vorkommen, aber sind durch die zu grosse Blässe und Kleinheit der Wahrnehmung entrückt.

Zu diesen Aehnlichkeiten der Haare unter sich kommt noch, dass eigentliche Uebergänge von Hörhaaren in andere Haararten nicht gefunden wurden (ein Haar an einer bestimmten Stelle der inneren Antenne von Mysis macht darin vielleicht eine Ausnahme), wobei nicht ausgeschlossen ist, dass man z. B. an einzelnen der gewöhnlichen Fiederhaare gewisse Analogien des Baues aufzufinden vermag.

Nach ihrem äusseren Verhalten unterscheiden wir nun drei Arten von Hörhaaren: Otolithenhaare, freie Hörhaare in Hörsäcken, Hörhaare auf der freien Körperoberfläche.

Die Otolithenhaare.

Dieser Ausdruck bedarf keiner weiteren Erklärung, da wir dadurch ganz einfach diejenigen Haare bezeichnen, welche mit den Hörsteinen in Berührung treten; sie sind bis jetzt allein bekannt gewesen. Zunächst und am ausführlichsten betrachten wir die Haare vom Hummer, die überhaupt als Typus der Hörhaare der Macruren benützt werden können.

Astacus marinus (Fig. 1. 17. 18).

Die allgemeine Anordnung der Haare im Sacke ist bereis von *Farre* gut abgebildet, auf dessen Figur ich verweise. Die Haare umstehen in einem nach vorn offenen Bogen die Otolithen. Sie beginnen nahe bei der Oeffnung des Sackes und enden dicht gestellt aber an Grösse abnehmend, als eine mitten in den Otolithenraum vortretende Zunge. An dieser Stelle stehen die Haare ohne besondere Ordnung, an den übrigen Bogen sind sie in vier Reihen aufgestellt (Fig. 1). Die äusserste von diesen Reihen, η, steht auf dem verdickten gelben Streifen a, welcher mit dem Bogen parallel läuft, die Haare darauf sind sparsam und wenig entwickelt, stehen aber meistens zu zweien und dreien gruppirt. Auf diese folgt eine Reihe gewaltiger 0,6—0,7 mm. langer, 0,027 mm. breiter Haare η', die zu zweien vereint oder häufiger allein stehen. Nun folgt noch ein Kreis, η'', und auf diese endlich noch kleinere, η''', die man bei 100maliger Vergrösserung nur bei genauem Zusehen noch erkennt. Die drei letzten Reihen ragen sämmtlich tief zwischen die Steine hinein und stehen mit ihnen in unmittelbarster Berührung, es gelingt zwar ziemlich leicht, die Steine von ihnen zu entfernen, jedoch werden die meisten Haare dabei verletzt. Die erste Haarreihe allein ist nicht mit den Steinen in Berührung, sondern ragt frei in den Raum hinein.

In diesen Haaren liegt wohl das Geheimniss der Nervenerregung durch den Schall verborgen und schon deshalb verdienen sie näheres Studium.

Die Haare verhalten sich Natron und Säuren gegenüber wie Chitin. Sie sind, obgleich hohl, im Ganzen ziemlich fest gebaut und etwas brüchig. Sie lassen sich leicht hin und her bewegen, da die kuglige Basis

sich einbiegt, nur nach den Otolithen zu lassen sie sich schwieriger herunterbiegen, soweit sich das bei Bewegungen mit der Nadel unter 50maliger Vergrösserung bestimmen lässt.

Wir wollen am Haare den Porencanal, die Haarkugel (*Farre*) und den Haarschaft unterscheiden.

Der Porencanal ist weit und der Dünnheit der Sackmembran entsprechend kurz. Seine Wandungen heben sich jedoch etwas über die Fläche hinaus und bilden so eine Art Ring, Fig. 17 𝔭. Auf der einen Seite erhebt sich vom Ringe ein starker Fortsatz, Fig. 17 𝔷, der 0,019—0,026 mm. breit und so gebogen ist, dass er einen Theil der Haarkugel bildet. Er ist 0,03 mm. lang und endet mit abgerundeter Kante, welche jedoch noch zwei Höcker, einer grösser als der andere, trägt (wenigstens bei den grösseren Haaren). Diesen Fortsatz, der wesentlich zur Stütze der Haare beiträgt, wollen wir als Zahn, 𝔷 der Figuren, bezeichnen. Von ihm und dem Ringe geht nun eine dünne Membran aus, Fig. 18 *A* 𝔣, welche die seitliche Begrenzung der Kugel bildet. Sie ist äusserst zart, zeigt aber dennoch bei genauerem Zusehen eine zarte Längsstreifung. Dieselbe hängt ab von einer Faltung der Membran, das lässt sich bei Ansichten von oben erkennen, wenn das Haar von der Kugel abgerissen ist. Es werden bekanntlich jetzt Böte von sehr dünnen Metallplatten verfertigt, Platten, die aber um der Last gewachsen zu sein cannelirt werden müssen; sollten die Fältelungen der Kugelmembran ähnliches bezwecken?

Auf der Kugel ruht, sie von oben her schliessend, der Haarschaft, überall durch die Membran von der dicken Sackwand getrennt, nur der Zahn scheint sich unmittelbar mit ihm zu verbinden[1]), also eine grössere Continuität mit der Wand herzustellen.

Das Haar selbst ist ziemlich lang und zugespitzt, es ist gefiedert (Fig. 18 *C*). Auf der einen Seite zeigt es eine recht dunkle und dünne Begrenzung, welche diese Eigenschaften jedoch nur bis zur Mitte des Haares hinauf beibehält. Man sieht dieselbe nur, wenn auch der Zahn von der Seite gesehen wird, und dann bildet sie stets die ihm gegenüber stehende Seite des Haares. Sieht man den Zahn von der Fläche, so ist auch das Haar an beiden Seiten gleichmässig begrenzt, dagegen finden wir alsdann an dem Ende der uns zu- oder abgewandten Seite eine zungenförmige Vorragung (Fig. 18 *B*. 𝔩), die wiederum recht dunkle Ränder zeigt. Diese Vorragung ist zwar bei ganz platt liegenden Haaren in der Mitte nicht scharf begrenzt, weil sie sich hier ein wenig abbiegt (Fig. 17. 18 *A*), sie wird aber bei etwas schräg dem Beobachter zu- oder abgekehrter Haarspitze ganz scharf begrenzt gesehen. Warum nun das Haar auf der einen Seite dunkler erscheint, das mag theilweise auf einer Verdichtung der Substanz beruhen, anderntheils findet es seinen Grund in

1) Ich halte es für möglich, dass diese Verbindung nur eine Berührung ist, dass sich auch hier ein schmales Stück der Membran zwischen Zahn und Schaft einschiebt, wie bei Palaemon, Alpheus, Mysis.

einer starken Lichtbrechung an der Innenwand der Membran. Wie nämlich die Durchschnitte Fig. 18 *E* zeigen, stösst die Membran unmittelbar an den Haarcanal, der mit Flüssigkeit gefüllt ist, während den übrigen Theilen der Haarwand noch verdickende Stoffe anliegen.

Nach oben zu zeigt die besprochene Haarwand ein ziemlich scharfes Ende (Fig. 18 *D*). Nachdem sich nämlich ein Knötchen (*a*) an ihr gebildet hat, läuft sie eine kleine Strecke etwas verdünnt weiter, um dann rasch in die gewöhnliche Haarmembran überzugehen.

Das ganze beschriebene Gebilde, welches wir Lingula benennen wollen, stellt also eine lange schmale Platte dar, welche einen Theil der Haarwand bildet. Alles zusammengefasst beginnt die Lingula mit einem zungenartig geschweiften Rande, der frei in die Haarkugel vorragt und läuft dann, ein wenig rinnenförmig gebogen, nach oben zu sich verschmälernd bis zur Mitte des Haares hin, wo sie aufhört sich von der übrigen Haarwand zu unterscheiden. Ihre seitliche Begrenzung ist nicht scharf abgesetzt und besonders von der Fläche nicht zu erkennen, in Durchschnitten (Fig. 18 *E*) kann man sie jedoch ziemlich scharf bestimmen. Die Seite des Haares, an welcher die Lingula sitzt, wollen wir künftig bei allen als Lingulaseite bezeichnen.

An der Seite, wo der Zahn sitzt, und an der Spitze hat nun das Haar einen ganz anderen Habitus. Es ist hier mit bis 0,1 mm. langen, recht feinen Fiederhärchen ziemlich dicht besetzt. Diese Härchen sind rund, starr und entspringen mit etwas verdickter Basis! Ob sie solide oder hohl sind, blieb bis jetzt verborgen. Sie stehen sehr häufig ohne Ordnung auf dem Haare, zuweilen ist es aber deutlich zu erkennen, dass sie in schrägen Reihen angeordnet sind (Fig. 18 *F*).

Die Wand des Haarschaftes erscheint ziemlich dick und nach innen zu unregelmässig wellig begrenzt, besonders dick und deutlich am Anfange des Schaftes. An Querschnitten von dieser Stelle wird das Verhalten noch deutlicher (Fig. 18 *E. a*), es erscheint, als wenn einer äusseren Membranschicht, die der Dicke der Lingula gleichen würde, von innen her eine scheinbar homogene, aber etwas wolkige Substanz anläge und sich ihr eng verbände. Diese innere Masse ist übrigens auch Chitin. An hoch angelegten Querschnitten zeigt sie sich nicht mehr so reichlich entwickelt, ist jedoch immerhin noch kenntlich. Aus der Nähe der Haarspitzen habe ich keine Querschnitte erhalten. Die so geschilderte Seite möge Fiederseite heissen.

Der allgemeinen Form nach ist der Haarschaft an seiner Basis dick, verschmälert sich dann rasch um etwa ein Drittel und spitzt sich dann sehr allmählich zu. Vom Ende der Lingula an ist die Spitze weniger starr. Der Querschnitt des Haares am unteren Theile ist nie rund, sondern eiförmig mit der Spitze nach der Lingula gerichtet, daher kommt es, dass z. B. in der Zeichnung der Lingula, Fig. 18 *B*, das Haar so schmal erscheint. Die Haare legen sich nun gewöhnlich auf eine ihrer

ungenannten Seiten und daher werden sie beim Schnitte, auch mit sehr scharfem Messer, stets noch künstlich abgeplattet. Zuweilen sah ich an solchen Schnitten die Lingulaseite ganz zugeschärft, in anderen Fällen aber so wie es die Figur zeigt. Da mir schliesslich das Material ausging, bin ich nicht zur endgültigen Entscheidung gekommen. Höhere Querschnitte nähern sich mehr dem Runden. Der Haarcanal liegt bis dahin excentrisch. Der Inhalt des Canales (die Nervengranula *Farre*'s) ist sehr blass, zeigt aber hin und wieder Kugeln oder Tropfen, Zellen habe ich nicht darin finden können, glaube überhaupt nach dem Verhalten der eindringenden Luft beim Austrocknen, dass der Haarcanal nur Flüssigkeit enthält[1].

Astacus fluviatilis (Fig. 38).

Die Hörhaare dieses Thieres umstehen in ähnlicher Weise wie die des Hummers die Otolithen, tief in sie hineinragend. Hinsichtlich der Anordnung verweise ich auf *Farre*'s Pl. X. Fig. 15. Es ist zwar diese Figur nicht so richtig, wie die vom Hummer, jedoch schien mir die Sache nicht von der Wichtigkeit, um eine neue Abbildung zu geben. Die Haare stehen auch hier nicht in einer, sondern in zwei Reihen, die eine aus kleineren Haaren bestehend, dichter an den Steinen, die andere weiter dahinter. Auch beim Krebse stellen sich die Haare an einem Ende des Halbcirkels in einem Haufen kleinerer Haare zusammen. Diese Data möge man sich zur Figur hinzudenken.

Die Haare verhalten sich nun in den Theilen, welche mir wesentlich scheinen, ebenso wie die des Hummers. Die grössten haben eine Länge von 0,49, Breite von 0,034 mm. Der Zahn ist ziemlich klein und dünn, die Membran der Kugel sehr deutlich gestreift. Die Lingula ist sehr deutlich und wie es scheint auch seitlich ziemlich scharf begrenzt; wenn man darnach gehen will, würde sie ein sehr lang gestrecktes Oval bilden. Das Knötchen an ihrem Ende vermochte ich nicht nachzuweisen. Man findet an ihr sehr langgestreckte Anschwellungen unterbrochen von schmalen Verdünnungen der Membran, Aehnliches findet man aber noch an der Zahnseite und bei anderen Haaren (man sehe Fig. 18 *F* vom Hummer), am deutlichsten bei den Riechhaaren *Leydig*'s, es werden das Abdrücke der Bildungszellen des Haares sein. Wenn ich übrigens sagen muss, dass die Lingula beim Krebs sehr deutlich sei, so will ich doch gestehen, dass ich sie sehr lange völlig übersehen habe, so dass ich erst, nachdem ich das Gebilde am Hummerhaar erkannte und studirte, die Gelegenheit, allerdings nur an Cr-präparaten, finde, mich zu wundern wie man dergleichen so ganz übersehen kann.

Die Zahnseite ist gefiedert, aber nicht überall, sondern sie trägt auf jeder Seite nur eine Reihe Fiederhärchen. Nach dem Zahn zu endet sie mit einer kleinen Verdickung, die man eigentlich auch beim Hummerhaar

1) Weitere Begründung dieser Ansicht siehe beim Haarwechsel.

erkennen kann, die wir aber deutlicher an den freien Haaren von Palaemon und Mysis als Gegenzahn wiederfinden werden. Die Zahnseite ist auch in diesen Haaren ziemlich dickwandig, es scheint aber als wenn sie in der Höhe, wo die Lingula aufhört, sich ziemlich schnell verdünnt. Seitlich an der Spitze des Haares stehen die Fieder etwas unregelmässig und man findet dort auch wohl ein Knötchen von dunkler Substanz in der Rinde des Haares.

Crangon vulgaris (Fig. 19 u. 20).

Die Haarbildung der »Eule«, wie sie das Volk hier nennt, hat manches Auffallende. Es steht nämlich auf der schon erwähnten Vorbucklung eine einzige Reihe von 7 oder 8 Haaren (Fig. 19 r_l): diese Haare reichen bis zur Kugel in die Steine hinein, ihre Zahl erscheint viel zu gering für deren Masse.

Die Haare Fig. 20 sind klein und bereiten daher der Analyse grössere Schwierigkeiten. Man erkennt aber an ihnen noch recht gut die einzelnen Bestandtheile. Sie sind 0,075 mm. lang, 0,0075 mm. breit und gerade aufgerichtet. Der Porencanal wirft einen kleinen Rand auf, von dem ein ziemlich breiter Zahn entspringt. Die Membran der Kugel lässt bei günstiger Beleuchtung noch die Streifung erkennen. Der zungenförmige Anfang der Lingula ist von der Fläche sowohl wie von der Kante recht deutlich und ragt ziemlich weit in die Haarkugel vor (d. h. die Membran der Haarkugel setzt sich nicht an die Kante, sondern auf die Fläche der Lingula). Die Fortsetzung derselben auf den Schaft hinauf lässt sich leicht constatiren, wie die Zeichnung gemacht wurde, kannte ich aber das Verhalten noch nicht. Die Zahnseite des Haares ist doppelt gefiedert, sie beginnt mit einer stärkeren Wulstung (Fig. 20 g), welche auf dem Zahn ruht oder über ihm schwebt und die wir als Gegenzahn bezeichnen. Die Seiten der einzelnen Haare sind einander nicht parallel gerichtet, sondern sind nach verschiedenen Richtungen gewandt.

Palaemon antennarius (Fig. 21. 22. 31).

Die betreffenden Haare dieses Thieres stehen in einem nach rückwärts offenen Halboval in einfacher Reihe, nur an dem lateralen hinteren Ende verdoppelt sich die Reihe der hier feiner gewordenen Haare. Es sind ihrer etwa 40. Sie zeigen bereits Eigenthümlichkeiten, welche sie von den bisher beschriebenen Arten stärker unterscheiden: sie sind nämlich alle stark winklig geknickt und laufen nach einem Centrum zu. Da die geknickten Theile selbst sehr lang sind, noch dazu aber Fieder besitzen, verflechten sie sich gern mit ihren Nachbarn, ja vielleicht sogar mit ihrem Gegenüber und bilden auf diese Weise eine Art Teller für die Otolithen Fig. 21. Ich habe zwar diesen Teller nicht ganz frei von fremden Bestandtheilen sehen können, halte aber seine Existenz für gewiss. Die Haare selbst sind schon recht zarte blasse Gebilde, die grössten 0,0938 mm. lang, 0,0038 mm. breit, sie stehen durchschnittlich 0,0075 mm. von einander entfernt.

Die Haare stehen rings um den Buckel auf dem Boden des Otolithensackes, ihr Anfangstheil, der Schaft, nimmt eine stark peripherische Richtung an, dann plötzlich knickt er sich zu einem spitzen Winkel ein, so dass nun der übrige Theil des Haares, die Haarspitze, horizontal nach innen zu geht.

Der Porencanal des Haares (Fig. 22 *A. B.* 𝔭) ist verhältnissmässig lang, 0,0135 mm., und bohrt sich schräg durch die Chitinhaut durch; er ist im Verhältniss zu denen anderer Haare auffallend eng, besonders in seinem mittleren Theile, nach den Enden zu erweitert er sich etwas. Auf der Oberfläche scheint er einen kleinen Ring zu bilden. Von ihm aus entspringen Zahn und Kugelmembran. Ersterer (𝔷) erscheint von der Fläche gesehen nicht sehr deutlich als ziemlich schmales Gebilde, nicht deutlich, weil man dabei durch das Haar oder die Membran des Otolithensackes hindurchsehen muss. An Seitenansichten sieht man ihn deutlich, man erkennt, dass er stets an der peripherischen Seite des Canales entspringt. Die Membran der Kugel ist noch ziemlich mächtig, eine Kannelirung bemerkte ich nicht an ihr.

Am eigentlichen Haar unterscheiden wir, wie gesagt, die Spitze und den Schaft. Von der Seite gesehen zeigt letzterer eine dickere doppelt contourirte periphere Wand, der von innen her jene schon vom Hummer her bekannte wolkige Substanz anliegt. Diese Wand beginnt über dem Zahne mit einem kleinen Knötchen, dem Gegenzahn. Die dem Centrum zugewandte Seite erscheint dagegen nur als ein sehr feiner Strich. Diese Seite beginnt mit einem stark lichtbrechenden Knötchen (Fig. 22 *C*), welches auf einer schmalen vorspringenden Zunge des Haarschaftes aufsitzt. Dieser Knoten ist die Ansatzstelle des Nerven, daher diese zarte centrale Seite des Schaftes als Lingula zu deuten ist. Der Schaft ist nicht gefiedert, erst von der Stelle an, wo das Haar sich knickt, tritt die Fiederung auf. An der Knickungsstelle scheint das Haar sich abzuplatten und wird gleichzeitig biegsamer, etwas Aehnliches war ja auch schon vom Hummerhaar zu melden. Die Fieder bilden an ihrem Ursprunge ziemlich starke Knötchen. Ganz an der Spitze des Haares finden wir seitlich wiederum einen dunklen Punkt ansitzend Fig. 22 *D* 𝔫, wir treffen dasselbe öfter noch wieder, es hat nur die Bedeutung einer Narbe.

Hippolyte sp.?

Die Fig. 3 zeigt die Haare nur andeutungsweise; nach einer Skizze vom frischen Thier scheinen mir vier Haare vorhanden zu sein, welche von der medialen Wand entspringen, ein grösseres mehr isolirt rückwärts stehend, die anderen mehr nach vorn, sie gehen mit ihren winklig geknickten Enden in den Stein hinein, den sie tragen. An ihrer Basis sind sie alle kuglig erweitert; mehr habe ich von ihrer Structur nicht ermittelt.

Mysis spinulosus (Fig. 23. 10. 5. 4. η).

In den Haaren von Mysis treffen wir Bekannte, da schon *Frey* und

Leuckart von diesen Gebilden uns melden. Es handelt sich hier um sehr feine und blasse Theile, die nichts weniger als bequem zu erforschen sind. Sie entspringen auf dem Haarwulst und stehen ähnlich wie bei Palaemon in einer Bogenlinie, die kaum $^2/_3$ eines Kreises beschreibt und deren Concavität medial gerichtet ist. Da jedes Haar sich tief in den Stein einbohrt, stehen sie genau in der Anordnung, die *Leuckart* und *Frey* schon von jenem beschrieben haben, auch auf dem Haarwulst auf. Wir haben etwa 57 an Zahl, am weitesten nach rückwärts stehen die relativ grössten Haare. Den hinteren medialen Anfang des Bogens bilden zwei grosse Haare (in unserem Steine Fig. 4 ist das eine zufällig atrophisch), dann folgen nach einem kleinen Zwischenraum drei ebensolche Haare, nun entsteht ein grosses Spatium und darauf folgen sich die Hörhaare in ununterbrochener Reihe bis zum Ende des Kreises, der Reihe nach an Grösse abnehmend. Gerade der Oeffnung des Kreises gegenüber verdoppeln und verdreifachen sich die Haare, an den übrigen Stellen stehen sie einfach.

Diese Verdopplung hat wohl darin ihren Grund, dass der Stein auf der entgegenstehenden Seite gar nicht gestüzt ist, warum er das aber nicht ist, wird, da der Nerveneintritt nichts damit zu thun hat, wohl auf einem akustischen Gesetze beruhen. Pei Palaemon findet sich übrigens wie schon erwähnt, die Verdopplung der Haare erst an dem einen Ende.

Die Haare tragen den Stein ganz frei in der Höhle.

Die specielle Betrachtung ergiebt auch von diesen Haaren manche Besonderheiten. Die Resultate, welche an den grösseren Haaren gewonnen sind, lassen sich noch mit einiger Mühe an den kleinsten bestätigen, doch liegt es schon sehr an der Grenze meiner optischen Mittel. Der Porencanal Fig. 23 𝔭 ist weit, und zeigt an der centralen Seite eine dunkle Begrenzung, welche auf einer Vorragung des Randes beruht (Fig. 23 *A*). Aus der Mitte dieser Verdickung, also dem Centrum zugekehrt, entspringt ein schmaler stark lichtbrechender Fortsatz 𝔷, der Zahn, der bei Flächenansichten stets zunächst in die Augen fällt. Dieser Zahn endet etwas zugespitzt, es geht aber von ihm aus eine schmale das Licht weniger stark brechende Leiste weiter nach oben, welche wir als Balken 𝔟. bezeichnen können. Seitlich von ihm, vom Zahn und vom Porencanal geht die Membran der auch hier deutlichen Haarkugel ab, 𝔣., zuweilen sieht es aus als wenn die Kugel fehlte, wo dann das Haar offen sein müsste, jedoch beruht der Anschein unzweifelhaft nur auf der grossen Zartheit der Membran. Am winklig gebogenen Haare lässt sich deutlich Lingula und Gegenzahn unterscheiden. Die Lingula (Fig. 23 *A*. *B*. *C*. *D*. 𝔩) beginnt ähnlich wie es von den schon beschriebenen Hörhaaren angegeben ist, nur nicht so dunkel begrenzt. Bis zur Biegung des Haares hin erkennt man einen ihr entsprechenden Rand, dort scheint dann die Lingula zu enden und zugleich das Haar sich abzuplatten, es finden sich an der Stelle einige dunkle Knoten oder Linien, die man in Fig. 23 *B* und *C* finden kann.

Der Gegenzahn ist ein lichtbrechendes kleines Knötchen, g der Figuren, welches die Fortsetzung des Balkens ausmacht. Beim Abreissen des Haares pflegt der Balken am Zahn sitzen zu bleiben, also mit dem Gegenzahn weniger fest zusammen zu hängen. Die Spitzen der Haare sind ungefiedert, eine Thatsache, die für die ganze Auffassung der Hörhaare überhaupt sehr werthvoll ist, denn daraus wird deutlich, dass nicht etwa an den Fiedern oder deren Enden die Erregung des Nerven geschieht, sondern solche schon früher im Haar selbst stattfinden wird. Für gewöhnlich graben sich die Spitzen der Haare tief in den Stein hinein, man kann sie jedoch daraus mit Säure befreien und findet sie alsdann ziemlich lang, aber zuletzt so blass werdend, dass man sie aus den Augen verliert. An recht frisch gehäuteten Thieren erschienen die Haare wie Fig. 23 *E* es zeigt. Sie ragten immerhin schon in den Stein hinein, wurden aber noch vor dem Eintritt ausserordentlich blass, dabei zeigten sie dicht vor dem Stein einen eigenthümlichen glänzenden Knoten (n), der sehr ähnlich dem Endknoten der Riechhaare doch wohl nur eine Entwicklungsnarbe darstellt. Man sieht an den Haaren im Stein auffallende Figuren, die jedoch nur auf die Ablagerungsverhältnisse, kleine Lücken und Splisse im Stein zu beziehen sind. Die Grösse der Haare ist sehr verschieden, die Länge 0,06—0,08 mm., die Breite der Basis 0,003—0,004 mm.

Reflexionen über die Otolithensäcke.

Das Verhalten, welches wir so eben besprochen haben, dass namentlich ein so mächtiger Stein wie der von Mysis von Haaren ganz frei schwebend erhalten wird, machte einen so mächtigen Eindruck auf mich, dass ich nicht blos keinen Augenblick zweifeln konnte, es handle sich hier um ein Gehörorgan, sondern auch sogleich fühlte, wie von dieser Seite her zunächst der Gehörsinn angegriffen werden müsse.

Aus der Reihe von Beobachtungen, die wir durchgangen sind, scheint so viel mit Gewissheit hervorzugehen, dass es bei unseren Thieren keine Eigenthümlichkeiten[1]) der Otolithen sind, die das Hören bedingen, sondern dass es ziemlich gleichgültig sein wird, wie die Steine beschaffen sind, wenn sie nur eine gewisse specifische Schwere besitzen. Ferner ist deutlich geworden, dass nicht die Flüssigkeit, nicht die Wandungen des Bläschens von Bedeutung für das Hören sein können, denn erstere ist oft ja nur Wasser, letztere steht zuweilen mit den Otolithen in Berührung, andere Male dagegen nicht! Wir haben ferner gesehen, dass Haare, deren Grösse eine gewisse Stufenfolge zeigt, bei den verschiedenen Thieren in gewissen, naturgemäss auf akustische Verhältnisse zu beziehenden Eigenschaften sich ähnlich, von den Wänden des Sackes entspringen und in sehr nahe Verbindung mit den Steinen treten, so nämlich, dass

1) Man sehe auch Leucifer und Sergestes.

diese mehr oder weniger vollständig an ihnen hängen, von ihnen getragen werden.

Diese Sätze wird, denke ich, jeder unbefangene Leser zugeben wollen, man wird aber aus der Einleitung ersehen haben, dass wir so weit bisher keineswegs gekommen waren. Handelt es sich also um etwas Neues, so ist es wichtig, zu untersuchen, wie die Verhältnisse der Krebse sich zu denen anderer Thiere gestalten. Leider sind die Bildungen so schwierig, dass vergleichbare Befunde nur recht sparsam sind. Wir wollen für unsere Betrachtung zunächst die Otolithen in zwei Gruppen sondern, in ruhende und in schwingende.

Bei ersteren handelt es sich, so viel ich weiss, hauptsächlich um die Angaben von *Schultze*. In den Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut[1]) äussert *M. Schultze*: »Dieselben Haare (wie in der Crista acustica) aber weniger lang, fand ich auch in den Otolithensäckchen, wo sie sich der Art zu den Gehörsteinchen verhalten, dass sie die Oberfläche der letzteren erreichen können.« In einem früheren Aufsatze[2]) dagegen spricht er sich entschieden in der Weise aus, dass der Otolith von einer consistenteren schleimig gallertigen Substanz des Sackinhaltes in der Lage und von allen Theilen der Wand fern gehalten werde. Eine nachträgliche Anmerkung, dass beim Hecht, wie bei den Knorpelfischen, kurze Härchen nachzuweisen seien, modificirt die letztere Angabe wohl so, dass der wörtlich citirte Satz als allein gültig zu betrachten ist. *F. E. Schulze* giebt alsdann an[3]), dass die Haare in den Otolithensäcken vom Barsche unzweifelhaft wahrgenommen würden, und möchte sie aus Bildern schräg von oben und der Seite für kürzer halten, als die Haare in den Ampullen. *Hartmann*[4]) endlich spricht auch von Haaren des Otolithensackes, welche nicht kurz, was *Schultze* behauptet, sondern im Gegentheil verhältnissmässig recht lang seien. Aus den (unten wörtlich citirten) Angaben kann man nicht erkennen, was »verhältnissmässig« besagen soll, mit dem Cirkel gemessen waren auf der Abbildung die längsten 295 Mal vergrösserten Haare der frischen Crista acustica vom Hecht über dreimal kürzer, wie die 500 Mal vergrösserten 6 Stunden in KaO, CrO_3 erhärteten Haare des Otolithensackes desselben Thieres!

Im Frühling 1862 hatte ich bereits, ehe die Untersuchungen von *F. E. Schulze* erschienen, an zarten, unentwickelten Fischen unseres Hafens Beobachtungen über das Gehörorgan angestellt. An diesen war von den Nerven noch nichts zu sehen, dagegen sah man die Haare der Crista sehr schön und so lang, dass sie beinahe an die entgegengesetzte Wand der 0,037 mm. breiten Ampulle ragten, also fast die genannte

1) Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. III.

2) Archiv für Anatomie, Physiologie 1858. pag. 343.

3) Zur Kenntniss der Endigungsweise der Hörnerven. Archiv f. Anatomie, Physiologie 1862.

4) Archiv für Anatomie, Physiologie 1862. Hft. IV.

Länge hatten. Länge des Fisches war 3,24 mm. Uns interessirt zunächst, dass man mit Deutlichkeit ganz ähnliche Haare an zwei kleine Otolithen gehen sah, und zwar so unmittelbar an dieselben heran, dass eine directe Berührung gewiss erschien. Der grössere Stein hatte einen Querdurchmesser von 0,006, einen Längsdurchmesser von 0,008 mm. Die Haare, die an ihn herangingen, waren 0,0067 mm. lang, ein Maass, welches zugleich die geringste Entfernung des Steines von der Wand ausdrückt. Sehr auffallend war mir, dass constant (in über 10 Beobachtungen) einige der Haare auf der einen Seite des Steines ziemlich weit von ihm vorbeigingen, aber nur 0,009 mm lang gesehen werden konnten. Die vorbeigehenden Haare erkannte man im Querschnitt an dem zweiten Stein, wo aber gleichfalls über die Art ihres Endes nichts zu sehen war. Wahrscheinlich verhielt sich hier die Sache ähnlich wie bei dem etwas später beobachteten Gobius, den ich für G. minutus Cuv. halten möchte. An diesem Thiere liessen sich wiederum die Haare aufs prächtigste beobachten. Es waren drei Otolithen, ein grösserer und zwei weit kleinere vorhanden. Der grösste (Fig. 24 *A* ε) liess sich an allen Thieren, die nicht allzuviel Pigment hatten, sehr schön zur Beobachtung verwenden, wenn man nach Entfernung von Kiefer und Kiemen von der Gaumenseite aus ihn betrachtete. Aldann sah man die Verhältnisse deutlich in der Weise, wie es die Figur zeigt.

Der Otolith liegt mit seiner breiten Fläche der Wand zugekehrt, es bleibt aber zwischen ihm und der Wand noch überall ein deutliches Spatium. Letzteres würde grösser sein, wenn nicht gerade der entsprechende Theil der Sackwandung verdicktes Epithel (α) hätte. Aus diesem entspringen mit verdickter Basis eine grosse Anzahl mässig feiner (unter 0,0015 mm.) Haare, dieselben finden sich, wie man sieht, noch weiter vorn wie der Stein selbst, dagegen nicht so weit nach hinten. Dort, wo sie dem Stein gegenüber liegen, gehen sie unmittelbar an diesen heran, es macht den Eindruck, als wenn sie den Stein trügen, wo der Stein aber von der Wandung zurückweicht, treten sie nicht mehr an ihn selbst, sondern an eine dünnhäutige Blase, welche mit anders wie die Endolympha brechender Flüssigkeit gefüllt ist und den Stein zu umschliessen scheint. Mit der Wandung dieser Blase verschmelzen die breiten Spitzen der Haare. Die Blase ist zuweilen mehr, zuweilen weniger gewölbt wie in der Figur, verhält sich darin aber an den Otolithen beider Seiten durchaus ähnlich. Beobachtungsfehler kommen hier nicht in Frage, da die Sache sich selbst Ungeübteren ganz leicht demonstriren liess. Durch diese Beobachtung würde die alte Anschauung über die besondere Otolithenmembran wieder hervorgeholt[1].

[1] *Hartmann* giebt in seinem Aufsatze über die Endigungsweise der Hörnerven Folgendes: »Zwischen einfachen Cylinderzellen (des Otolithensackes) liegen andere, deren peripherisches, leicht verdünntes Ende mit Borsten besetzt (ist), welche nicht kurz, wie *Schultze* behauptet, sondern verhältnissmässig recht lang sind. — Der Oto-

Die Verhältnisse, welche feststehende Otolithen bei den Tunicaten, eigentlichen Quallen, Würmern zeigen, scheinen schwierig zu erforschen, wir sind hier noch sehr wenig zu übereinstimmenden Resultaten gelangt, so dass es nicht gerechtfertigt ist, die betreffenden Angaben in den Kreis unserer Besprechung zu ziehen [1]).

Die zweite Form der Otolithenblasen ist diejenige mit beweglichen Hörsteinen. Nachdem namentlich *Siebold* diese Gehörorgane der Mollusken näher gewürdigt hatte [2]), fand *Kölliker* [3]) an einzelnen Objecten Flimmerhaare, welche den Stein bewegten. Mit Rücksicht auf die meisten Cephalophoren ist in diesem Standpunkte keine Aenderung eingetreten, *Frey* und *Leuckart*, *Leydig*, *Claparède* vermochten wohl in den Hörblasen einzelner Schnecken Flimmerhaare zu erkennen, in anderen dagegen durchaus nicht, und um noch eins zu erwähnen, gelang es mir

lithensack wird von der Nervenleiste durch einen geringen Zwischenraum getrennt, welcher wie die ganze Höhle mit einer zähflüssigen, hyalinen Masse ausgefüllt ist. Für letztere möchte ich nicht, wie *Schultze*, die Bezeichnung ‚glaskörperchenähnliche Inhaltsmasse' wählen (loc. cit. steht glaskörperähnliche I.), da sie denn doch zu flüssig ist, flüssig genug, um die Schwingungen des festen Körpers auf die härchentragenden Gebilde des Cylinderepithels der Crista leicht übertragen zu können.«

Hartmann scheint also einen Sack für die Otolithen zu constatiren, giebt aber keine eigene Beobachtung darüber. Wir dürfen wohl überhaupt auf den Inhalt des Citates keinen Werth legen, denn einestheils hat offenbar die aus der ganzen Arbeit vorleuchtende fast zügellose Gehässigkeit gegen *M. Schultze* die unbefangene Beobachtung gestört, anderntheils ist *Hartmann* recht ferne von einer vollen Erkenntniss auch nur des bisher Erforschten geblieben. Da ich den Gegenstand mehrfach und zuletzt eben an dem Gobius untersucht habe, hielt ich es für unwürdig, diese Gelegenheit vorübergehen zu lassen, ohne mich gegen das Verfahren des Herrn *Hartmann* auszusprechen.

1) Obgleich die bedeutendsten Forscher sich mit den Hörblasen dieser Thiere beschäftigten, hat doch, so viel mir bekannt, keiner den gefundenen Bau ernstlich auf akustische Einrichtungen reduciren wollen. Ich machte im Herbst an einer nicht näher zu bestimmenden Eucope Ggbr. Beobachtungen, die mir in der Beziehung klar schienen (Fig. 24 *B*). Hier fand sich in den zahlreichen Otolithensäcken an der centralen Seite eine verdickte Stelle (α) als verdickte Epithelschicht zu deuten. Von hier aus sah man sehr feine Haare (η) nach einem Steine (ε) zu strahlen, der in der Mitte des Sackes lag. Der Stein war aber in einer inneren Blase (ε'), die er nicht ganz ausfüllte und an die eine Seite dieser Blase gingen noch wieder Haare heran. Diese Beobachtung war an allen Bläschen zu wiederholen. Die Härchen waren zwar sehr blass und wenig lichtbrechend, jedoch schon mit Oberhäuser Syst. 8 und allen Stiplinsen zu erkennen. Erst später fand ich, wie sehr meine Beschreibung dieses Gegenstandes von derjenigen *Leuckart*'s, *Gegenbauer*'s, *Keferstein*'s und *Ehlers* abweicht. Ich fand keine Gelegenheit, weitere Beobachtungen anzustellen, wenn ich nun auch meines Bildes sicher bin, kann doch bei dieser Sachlage eine einmalige Untersuchung zu nichts Weiterem berechtigen, als fernere Nachforschungen bei passender Gelegenheit anzuempfehlen. Für die Nerven nach *Agassiz* trete ich ein.

2) Ueber ein räthselhaftes Organ einiger Bivalven. Archiv für Anatomie, Physiologie 1838. — Ueber das Gehörorgan der Mollusken. Archiv f. Naturgeschichte 1841.

3) Ueber das Gehörorgan der Mollusken. *Frorieps* Neue Notizen 1843.

heute ebensowenig wie *Kölliker* vor 20 Jahren im Gehör von Aeolidien die Bewegungsursache nachzuweisen.

Nur die Heteropoden gestatteten eine tiefere Erkenntniss der Verhältnisse, die wir vornehmlich *Leydig*[1]), *Leuckart*[2]) und *Gegenbaur*[3]) verdanken. Das für uns wesentliche der Beobachtungen besteht darin, dass in der Mitte einer runden Blase ein Stein liegt, der leichte Bewegungen zeigt, zu ihm hin gehen lange steife Härchen, die hin und her schwingen; auffallend ist, dass keiner der Beobachter entschieden angiebt, die Haare berührten den Otolithen[4]).

In neuester Zeit hat *M. Schultze* nun noch an Pisidium beobachtet[5]), »dass zwei Arten von Härchen, feine, sehr kurze, wimpernde — — und längere, steife, wie es scheint nur secundär durch die feinen Cilien an ihrer Basis in Mitschwingungen versetzte, zu unterscheiden sind. Die längeren Haare stehen theils in Gruppen, theils zerstreut, und haben eine Länge, dass sie bis an den Otolithen heranreichen können.«

Das sind nun die doch immer noch recht mageren Thatsachen über die schwingenden Otolithen; es dürfte willkommen sein, dass noch einige, wenngleich unvollkommene Beobachtungen angeführt werden können. Mya arenaria L. schien mir zur Untersuchung geeignet. Man findet die Otolithen leicht nach der von *Siebold* angegebenen Methode, oder auch wenn man den Fuss lang abschneidet und dann von der Schnittfläche nicht zu scharf Darm und drüsige Theile entfernt, gewöhnlich wird man das Ganglion als hellgelblichen Knoten ohne weiteres in der Mitte

1) Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie III. pag. 325.

2) Zoologische Untersuchungen. Hft. 3. pag. 34.

3) Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden pag. 110. 140. 167.

4) Hier sind freilich Schwierigkeiten; es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich der Endapparat des Nerven selbst noch der Forschung entzogen hat und da wäre es denkbar, dass die Haare den Stein nicht berührten. Nach der Abbildung von *Leydig* (Carinaria) bleiben nun die Haare weit vom Stein entfernt, gleichfalls nach der von *Gegenbaur* (Pterotrachea) (mit Ausnahme eines einzigen). Während *Leydig* und *Leuckart* über unsere Frage schweigen, giebt *Gegenbaur* für Atalanta an, die Gehörblasenwand sei »mit einzelnen langen Cilien besetzt, die fast bis zum Otolithen heranreichen und denselben im Centrum der Kapsel zu fixiren scheinen«. Also reichen die Haare nicht ganz heran? Ohnehin fahren bei Carinaria die Haare nach dem Tode auseinander und doch giebt Niemand an, dass dann der Otolith aus der Lage komme. Hingegen geben die Maasse von Carinaria das Resultat, dass wenn die Haare nicht geknickt sind, sie sich mit bedeutender Länge an den Otolithen anlegen.

	Leydig	*Gegenbaur*
Otolithenblasendurchmesser	0,1080‴	0,1—0,12‴
Otolithdurchmesser	0,0945‴	0,09—0,08‴
Berechnetes Spatium zwischen Wand und Otolith	0,0068‴	0,02‴
Länge der Haare	0,0270‴	0,03‴

Danach könnten die Haare also mindestens um ⅓ ihrer ganzen Länge noch in den Stein hineinragen. Durch diese Schwierigkeiten können wohl erst erneute Untersuchungen leiten.

5) Bau der Nasenschleimhaut pag. 9.

der Schnittfläche erkennen, sonst muss man Stücke abtragen und comprimiren. Wenn man den Körper der Mya vorsichtig aus der Schale herauspresst, hat man gewöhnlich das mit Blut gefüllte Herz frei vor sich und kann daraus zur Untersuchung einen genügend grossen Tropfen gewinnen. Die Otolithenblasen wachsen fast gar nicht mit der Grösse des Thieres. Wenn ich die Gehörorgane frei oder bei gelinder Compression betrachtete, glaubte ich ganz entschieden *Schultze*'s Angaben über Pisidium hier wieder bestätigen zu können, nämlich in der Innenwand des Sackes sehr feine Flimmerhaare und auf den Stein zu und in ihn hinein feine dunkle Härchen von allen Seiten einstrahlen zu sehen. Jedoch ich wünschte die isolirte Ansicht dieser Härchen. Die Otolithenblase wird durch eine ziemlich dicke kernhaltige wohl bindegewebig zu nennende Scheide gebildet, der innen die Epithelzellen aufliegen. Wenn diese Hülle vorsichtig, sei es durch einen Schnitt, sei es durch Zerreissen gesprengt wird, tritt der Stein, noch innerhalb der Epithelblase gelegen, aus. Das sehr körnige Epithel löst sich leicht ab, so dass ich es nur selten vollständig erhalten sah, wenn man es ganz entfernt, ergiebt sich, dass dasselbe noch nach innen von einer Blase, gleichsam einer Cuticulaschicht des Epithels ausgekleidet war. Diese Blase stellt sich recht leicht dar und umgiebt den planconvexen Stein als weit abstehender Schlauch. Hatte ich den Otolithen im Blute der Muschel so weit isolirt, wobei im Ganzen immerhin 30 Minuten verstrichen waren, so konnte ich nicht mehr Haare an ihn herantreten sehen, auch keine Flimmerung mehr wahrnehmen. Wenn ich diese Blase nun noch sprengte, wurde der Otolith ganz frei und hing nirgends mehr fest.

Dass diese Resultate so nicht richtig sein können, ist selbstverständlich, ich habe jedoch wiederholt den Otolithen so schonend befreit, ohne mehr wahrzunehmen, dass ich die Sache aufgab, weil ich nicht absah, was weiter anzufangen sei. Die mehrfachen Otolithen von Mytilus konnte ich nicht mit der Sicherheit auffinden, wie sie für die Untersuchung nöthig ist.

Ein anderes Thier mit mehrfachen schwingenden Otolithen verspricht bessere Resultate zu geben.

Cydippe pileus Eschsch. trägt bekanntlich am Trichterpol ein durch einen schwingenden Otolithenhaufen gekennzeichnetes Ohr. Am richtigsten und eingehendsten scheint mir *Gegenbaur*[1]) das Organ zu beschreiben. Es ist nach ihm ein mit Cilien ausgekleidetes Bläschen, welches dicht über dem Nervencentrum liegt, die Otolithen sind rundliche oder sechsseitige Concretionen (nicht Kalk V. H.), die selten einfach, meist zu einem Häufchen vereint in mitten des Bläschens in zitternder Bewegung begriffen sind.

1) Vergleichende Anatomie pag. 80. Die Beschreibung im Archiv f. Naturgeschichte 1856 pag. 183 ist davon abweichend.

Wenn man unsere Cydippe, sei es ohne weiteres in aufrechter Lage unter schwacher Compression, oder den abgeschnittenen Trichterpol von oben betrachtet, so findet man die Otolithen in einer sechseckigen, mit convex vorgewölbten Wänden versehenen flimmernden Höhle liegen, die Otolithen bewegen sich in der Regel nur sehr wenig. Vier Ecken der Höhle entsprechend sieht man dicht an dem Otolithenhaufen einen dunklen schmalen lichtbrechenden Streifen sich zitternd bewegen, den man zunächst als kleinen von dem Haufen losgetrennten Stein aufzufassen geneigt ist. Je mehr und öfter man jedoch zusieht, desto unzweifelhafter wird es, dass diese symmetrisch liegenden, dunklen, beweglichen Striche nicht Steine, sondern eigenthümliche Bildungen sind, die nach abwärts zu aus der Wand des Sackes entspringen. Genau unter ihnen verlaufen die schmalen, durch ihren grossen Kernreichthum fast gewürfelt aussehenden Nervenstränge, die von der Anschwellung unter den ersten Wimperplatten herkommend gerade unter den Otolithen sich zu vereinen und dort in die Tiefe zu gehen scheinen.

In die Ganglien sah ich, weil alle meine Exemplare für diese Beobachtung zu gross waren, die Nerven nicht gehen, doch stimmen letztere so vollkommen mit der Beschreibung z. B. von *Gegenbaur* überein, dass ihre Identität mir unzweifelhaft ist. Seitlich auf den convex vorspringenden Wänden sitzen ziemlich lange Flimmerhaare auf. Diese Wände sind etwas pigmentirt und so undurchsichtig, dass man schon darum keine guten Seitenansichten erhält. Isolirt man aber möglichst vorsichtig den Sack und zerreisst ihn darauf, so theilt sich meistens der Otolithenklumpen in mehrere Theile und in diese hinein habe ich relativ recht mächtige, gekrümmte, mit ziemlich dicker Basis versehene Haare gehen sehen, welche anderntheils noch Rudimenten der Sackwandung aufsassen und durch daneben schlagende Wimpern noch bewegt wurden. Die Ansicht dieser Haare von oben ist es, welche jene queren sich bewegenden Striche bewirkte. Die Beobachtung, von der ich nur das Wichtigste gab, ist ganz klar, wenngleich nicht ohne Mühe und Opfer mehrerer Exemplare zu machen, sie beweist mir schlagend, dass auch hier für die vielen beweglichen Otolithen ein ähnliches Verhalten zu Haaren stattfindet, wie wir es schon öfter trafen. Ich würde über diesen eleganten Gegenstand gern eine Zeichnung gegeben haben, aber die Thiere haben sich meinem Bereiche entzogen.

Wenn wir so auch uns eine gewisse Uebersicht über die verschiedenen Otolithenformen verschafft haben, so wird es doch wohl manchem Leser wie mir ergehen, der ich schwingende Steine und den Begriff eines Gehörorganes nicht recht vereinigen konnte. Vergeblich suchte ich nach einer Theorie dieses Gegenstandes, und da mir auch sogar jede Einrichtung an ruhenden Otolithen von höchst zweifelhaftem Werthe dünkt, so lange diese schwingenden Steine unbegreiflich erscheinen, muss ich den betreffenden Leser schon bitten, sich mein Raisonnement gefallen zu

lassen. *Siebold* bezieht sich auf einen Ausspruch von *Joh. Müller*[1]), dass die Hörsteine und der krystallinische Brei im Labyrinth durch Resonanz den Ton verstärken müssten, selbst wenn diese Körper die Membran, auf welcher die Nerven sich ausbreiten (jetzt also die Härchen) nicht berührten. Da es sich bei unserer beschränkten Kenntniss des Gegenstandes vorläufig nur um eine einigermaassen befriedigende Anschauung handelt, dürfen wir jenen Satz wohl als Basis nehmen, so dass uns auch die Frage nicht weiter berührt, ob die Haare ganz an den Stein herangehen oder nicht.

Es fragt sich nun, können die durch die Cilien erregten Schwingungen des Otolithen Gehörempfindungen veranlassen? Es wäre möglich, dass alle Flimmerhaare zugleich schlügen, das gäbe dann nur 12 Schwingungen in der Secunde, könnte also mit den durch Töne erregten Schwingungen des Steines nicht verwechselt werden. Die Haare werden aber wohl verschieden, wenn gleich in einem gewissen Rhythmus schlagen, so dass dadurch bei genügender Kraft des einzelnen Haares eine grössere Anzahl von Anstössen in der Secunde dem Steine ertheilt werden könnte, kurz, dass dadurch der Stein sich verhielte, wie wenn ein reiner Ton von entsprechender Höhe ihn träfe. Selbst dann brauchte diese Erregung des Hörnerven ebenso wenig störend auf die Schallempfindung einzuwirken, wie es uns störend ist, dass ehe wir einen Körper mit dem Auge fixiren, unsere Retina bereits in allen ihren Theilen erregt ist. Wirkliche Störungen würden wohl nur entstehen können, wenn die Flimmerhaare plötzlich und unregelmässig ihren Rhythmus änderten, ein Fall, der zu unwahrscheinlich ist, als dass wir ihn zu erörtern hätten.

Bei denjenigen Mollusken welche viele Otolithen besitzen, kommt nun noch in Betracht, dass die Steine, wenn sie aneinander stossen, erklingen könnten; allein schon der Umstand, dass in verwandten Arten, z. B. Mya und Mytilus, dann ein, dann mehrere Steine vorhanden sind, deutet auf die Bedeutungslosigkeit des Verhaltens hin; ferner liegen die Steine oft absolut ruhig, trotzdem, dass Flimmerhaare vorhanden sind und endlich geschieht der scheinbar kräftigste Gegenstoss doch in Wirklichkeit so langsam, dass schwerlich durch den Anprall sich Tonwellen erzeugen können. Sollte dennoch dabei eine Empfindung entstehen, so würde diese doch wohl immer gleiche Beschaffenheit haben und deshalb die Thiere nicht mehr wie z. B. uns das Picken einer Uhr, stören.

Uebrigens mag es sein, dass die ganze Einrichtung eine unvollkommene ist, dafür könnten andererseits wohl einige Vortheile damit verbunden sein. Wenn wirklich, wie ich nicht zweifle, die ruhenden Otolithen durch den Hörapparat selbst getragen werden, erfordert das eine gewisse Dicke und Unbiegsamkeit der Hörhaare. Unbegrenzt zart und

1) Physiologie II. pag. 463.

empfindlich gebaut, könnten diese Apparate, wenn nöthig und nützlich, in Ohren mit schwingenden Otolithen sein!

Wir kehren nunmehr zu unserem Thema zurück, indem wir die zweite Art von Hörhaaren beschreiben, nämlich

die freien Haare im Hörsack.

Man wird sich erinnern, dass Carcinus maenas keine Hörsteine besitzt, dennoch ward mit vieler Umständlichkeit ein Hörsack von ihm beschrieben; hier nun ist der Ort, das zu rechtfertigen. Es handelt sich um gar merkwürdige und interessante Dinge, in denen übrigens der Kieler Brachyure durchaus nicht allein steht. Es ragen nämlich in das Wasser des Hörsackes frei herein eine grosse Menge (circa 300) von zarten Haaren, die wie die Sache einmal liegt, zu nichts anderem als zum Hören[1]) dienen können; einige dieser Haare ahmen deutlich die Ampullenhaare der Wirbelthiere nach.

Von den früher beschriebenen Haaren zeigen sich hier manche Abweichungen. Namentlich fällt es auf, dass der Haarschaft nicht mehr über der Chitinhaut steht, sondern in sie sich einsenkt; es ist das eine Annäherung an den Habitus der Insectenhaare. Dabei ist nun freilich das Haar noch beweglicher an seiner Basis, wie bei den beschriebenen Makruren, so dass auf eine gleichfalls sehr zarte Verbindung mit der Wand des Hörsackes sicher geschlossen werden kann, in einzelnen Fällen gelang es wirklich eine zarte, das Haar tragende, Membran nachzuweisen. Bei der Zartheit der Haare würde es, wenn überhaupt thunlich, einen unverhältnissmässigen Zeitaufwand erfordert haben, die Untersuchung so ins Einzelne auszudehnen, wie bei der vorhergehenden Gruppe. Es sind zwar der Zahn, Anfang der Lingula und vor Allem ein identisches Verhalten der Nerven erkannt worden, es haben sich ferner keine dem Verhalten an Makruren widersprechende Befunde gezeigt, aber für ein tiefer eingehendes Studium schien bei diesen kleinen Brachyuren ein zu geringer Erfolg in Aussicht zu stehen.

Es ward schon früher einer durch Drüsenporen besonders ausgezeichneten Stelle Erwähnung gethan. Um diesen Platz, den wir als Otolithenplatz bezeichnen, stehen in einem Halbkreis kleine, gar schwer sichtbare[2]), gefiederte Haare. Diese sind ausgezeichnet durch eine winklige Knickung und gleichen darin den Otolithenhaaren von Palaemon und Mysis. Diese Winkelhaare, die wir gewöhnlich als Hakenhaare bezeichnen, erstrecken sich von dem Otolithenplatz weiter auf eine lateral und aufwärts gehende Fläche, die von Leisten begrenzt wird. In Fig. 26 sieht

1) Ich würde den Process noch »hören« zu nennen vorschlagen, auch wenn die Haare langsamere Schwingungen zur Wahrnehmung brächten als unser Gehörapparat.

2) Um die Haare zu sehen, hat man zunächst nach den Porencanälen zu suchen.

man die eine dieser Leisten mit den Haaren ϑ daran; um die ganze Fläche zu übersehen, nehme man möglichst kleine Exemplare.

Eine genauere Betrachtung dieser Haare ergiebt Folgendes (Fig. 27): Da wo die Haare ausgerissen sind, sieht man einen hellen Raum (Fig. 27 𝔥) zurückbleiben, welcher, wie Querschnitte beweisen, einer becherförmigen Aushöhlung der Sackmembran entspricht. Von der Fläche sieht man an diesem Becher stets einen excentrisch liegenden Kreis, der sich an Querschnitten als enger Porencanal ausweist. Die eine Wand des Bechers ist durch eine Wulstung ausgezeichnet, die einen Theil des Randes ausmacht und nur wenig über die Fläche vorsteht. Dies Gebilde, 𝔷, betrachte ich als Analogon des Zahnes. In den Becher ist nun das Haar eingepflanzt, mit dessen Wandungen wahrscheinlich durch eine sehr zarte Membran verbunden. Der Anfang des Haarschaftes ist ein convexer, zungenförmiger, von der Seite gesehen etwas zugeschrägter Rand. Das Haar selbst ist ziemlich stark befiedert, noch ehe die Knickung beginnt, zeigt aber sonst nichts Besonderes. Die Länge beträgt durchschnittlich 0,05 mm. Die Anzahl konnte ich nicht sicher bestimmen, doch zählte ich über 30.

Noch merkwürdiger wie die Hakenhaare ist der folgende Apparat. Auf dem Buckel (Fig. 26 *a*. 14. *k*) geht eine e i n f a c h e Reihe von Haarbechern von unten lateral nach oben (Fig. 26 𝔥). Diese Reihe lässt sich schon mit der Loupe als Strich erkennen. Auf jedem dieser Becher sitzt ein sehr gestrecktes Haar (Fig. 28) perpendiculär auf, wodurch ein Haarwall gebildet wird, der in den unteren und oberen medialen Halbcanal vorragt und den ganzen perpendiculären Sack in zwei Hälften theilt.

Die Länge der Linie, in welcher diese Haare aufgereiht stehen, ist nach der Grösse des Thieres verschieden, so maass sie

bei einem Krebse von 7 Centimeter Durchmesser	= 1,125 mm.
bei einem solchen von $1^3/_4$,, ,,	= 0,45 ,,
die Anzahl der betreffenden Haare des ersteren	= 46
die Anzahl derselben bei letzterem	= 39

woraus sich ergiebt, dass die Menge dieser Haare nur sehr wenig abhängig ist von der Grösse des Sackes.

Betrachten wir nun das einzelne Haar; die grösste Breite beträgt 0,003—0,002 mm., die Länge je nach der Grösse des Thieres 0,13—0,338 mm., so dass das Haar 60—160 mal so lang wie breit ist. Die Dicke der Wand, auf welcher das Haar sitzt, habe ich gleich 0,005 mm. gefunden, eine besondere Verdickung und Verdünnung findet in der unmittelbaren Nähe des Haares nicht statt. Dasselbe sitzt nun in eben solchem Becher (Fig. 28 *B*. *C*), wie er schon von den Winkelhaaren beschrieben ward. An der Basis des Haares sieht man in Fig. 28 *C* f die Andeutung einer Kugelmembran, die sichtbar geworden ist, weil die Becherwand zufällig abgesprengt wurde und das Haar selbst schief liegt; doch es könnte dieses Bild täuschen.

Das Haar selbst fängt wiederum mit convexer Lingula an, zeigt sich ziemlich dunkel contourirt und verjüngt sich sehr allmählich. Plötzlich tritt dann wieder eine Verbreiterung an der Spitze ein, die man für abnorm halten würde, wenn sie sich nicht bei jedem Haare fände. Es macht sich dort nämlich eine Theilung in zwei Spitzen (Fig. 28 *A a* u. *b*), wovon die eine (*b*) stark lichtbrechend ist, dabei aber ziemlich in der Axe des Haares bleibt. Es wird wohl die Narbe des Haares sein. Die andere Spitze bildet einen conischen Aufsatz seitlich aufs Haar, sie ist rings mit sehr langen und fast unsichtbar feinen Fiederhaaren besetzt und könnte in sofern für sich allein ein gewöhnliches gefiedertes Haar darstellen. Die Länge dieses Theils beträgt kaum $^1/_{16}$ des Ganzen.

Diese als Fadenhaare zu bezeichnenden Hörapparate scheinen an ihrer Spitze völlig frei zu sein, die geringste Berührung knickt sie.

Die dritte Haarform (Fig. 29) findet sich auf einem Fleck zusammengedrängt in der äussersten Ecke des Sackes unmittelbar am Kopfe des Hammers. Bei ganz jungen Krebsen 28 an Zahl, sind bei grossen Thieren über 200 dieser Haare vorhanden. Sie stehen auf einem dünnwandigen Theil dieses Sackes und sind, weil gröber, trotz ihrer verborgenen Lage weit leichter zu finden, als die beiden vorhergehenden Haarformen.

Die Haare sitzen auf einem weitem Porencanal auf, aber auch ihnen fehlt die vorspringende Haarkugel; jedoch erkennt man schon weit deutlicher, wie das Haar nur durch eine dünne Membran mit dem Rande des Porencanales zusammenhängt. Ein Zahn, Fig. 29 *B*. $\mathfrak{z}$, ist wenig deutlich. Das Haar selbst beginnt mit einer Convexität (Lingula), wird bald glatt und endet mit stumpf lanzettförmiger Spitze. Es ist ungefiedert, zeigt, wenn man nicht gerade in Krebsblut untersucht, einen ziemlich körnigen Inhalt.

Die Zoëa von Carcinus (Fig. 25) zeigte merkwürdiger Weise nicht diese drei Formen, sondern nur eine, welche noch am meisten den Fadenhaaren ähnelte. Diese Haare sitzen, frei in den Antennenraum hinausragend, (ϑ) auf dem Buckel, die Steine tragend (η), an der Stelle des Otolithenplatzes.

Durch diesen Befund bei Carcinus, der, wie noch zu berichten, sich bei allen mir zu Gebote stehenden Brachyuren bestätigen liess, hat es sich gezeigt, dass bei diesen Thieren Gehörapparate vorkommen, welche der Otolithen entbehren können. Diese Erfahrung ist zwar neu, aber nicht weiter wunderbar, denn in dem Labyrinth der Wirbelthiere findet sich ja dasselbe. Die Brachyuren stehen auch nicht einmal allein damit, denn im Hörsack des Hummers fand ich eine Reihe Haare, welche im Uebrigen den anderen gleichend mit den Steinen nie in Berührung trat. Sollten wohl diese Haare keinen Schall empfinden? Es kann, denke ich, nicht zweifelhaft sein, dass bei gehöriger Intensität des Schalles auch sie erregt werden. Diese Haare nun, die in einem halbgeschlossenen Raume

stehen, würden natürlich auch den Schall percipiren können, wenn sie auf der Körperoberfläche sässen! Gegen die Möglichkeit würde man nun freilich einwenden, die Haare seien zu zarte Gebilde, um den Druck des Wassers bei starken Bewegungen ertragen zu können. Denn wenn auch zu bedenken ist, dass um wie viel das Haar vergrössert ist, um so viel (im quadratischen Verhältniss) das Atom Wasser an Gewicht abnimmt, so bleibt doch der Druck, welcher bei den Sprüngen der Thiere das Haar trifft, ein sehr beträchtlicher. Trotzdem finden sich an bestimmten Stellen der freien Fläche Haare, die in Allem den mit Kugel versehenen Otolithenhaaren so völlig gleichen, dass man ohne grösste Inconsequenz nicht anders kann, als ihnen eine mit jenen identische Function vindiciren. Es kommt dazu, dass z. B. Pandalus und Thysanopus durchaus keinen Hörsack besitzen, wohl aber diese Hörhaare der freien Fläche. Die werden sie gewiss vor einer völligen, hier ganz unvermittelt auftretenden, Taubheit schützen. Aehnliche Bildungen vermitteln die Hörempfindung der Larven und werden sich auch wohl bei den niederen Krebsen finden lassen.

Die Hörhaare der freien Fläche

habe ich vornehmlich bei unseren Cariden gefunden und studirt.

Crangon hat so wenig Otolithenhaare (14), dass es nicht wundern kann, wenn wir bei ihm noch weitere Hörapparate finden; wenn wir aber um eine Uebersicht zu gewinnen, bei ihm oder einem der anderen Cariden alle an Hörhaare gehenden Nerven zusammenzählen, so kommt doch eine recht bedeutende Menge heraus; addire ich z. B. die Hörhaare eines jungen Palaemon, so zähle ich auf jeder Seite nahe an 200 Haare, welche beinahe der gleichen Anzahl von Nervenfasern (ganz einzeln sah ich eine Theilung) entsprechen, davon kommen auf den Hörsack 35. Diese Anzahl ist in der That beträchtlich, denn die Riechhaare bekommen, wenn ich recht sehe, nur etwa 30 Nerven, ein Verhältniss, welches sich übrigens beim erwachsenen Thiere zu Gunsten der Riechhaare ändert. Immer aber überwiegen die Hörhaare, und das ist natürlich, denn bei den Bewohnern des gut schallleitenden Wassers dürfte der Hörapparat eine grössere Rolle spielen und entwickelter sein, wie bei den Luftthieren. Der umgekehrte Schluss würde wenigstens zu dem Absurdum führen, dass, wo fast nicht mehr der Schall geleitet wird, die Gehörorgane am entwickeltsten sein müssten; hier sprechen die Erfahrungen über das Fehlen des Auges bei Höhlenbewohnern klar genug. Dass diesen Thieren kein Apparat, wie unsere Schnecke gegeben ist, beruht natürlich auf der geringen Hirnentwicklung, kommt also nicht in Frage.

Während die Hörhaare von Carcinus in ihrer Form von unserem Grundtypus etwas abwichen, stossen wir hier wieder auf die zuerst beschriebenen Bildungen. Bei Crangon gleichen die Haare genau denen des Otolithensackes und bedürfen deshalb keiner neuen Beschreibung oder

Darstellung. Bei Palaemon (Fig. 30 *A*. 31. 32. 33 *ϑ*) gleichen sie zwar nicht ganz denen seines Hörsackes, wohl aber denen vom Hummer, Krebs, Crangon. Kleine Unterschiede finden sich jedoch. Der Rand des weiten Porencanals erhebt sich ziemlich weit über die Fläche und bildet so eine Art Ring, Fig 30 *A*. *b*. Auf der Fiederseite erhebt sich der Ring stärker und verdickt sich an der Spitze, was namentlich bei Seitenansichten deutlich wird. Diese Verdickung (Fig. 30 ʒ) entspricht dem Zahn des Hummerhaares, ist aber nicht so auffallend, weil weniger massig. Von Ring und Zahn entspringt die dünne Kugelmembran, an der die Streifung nachzuweisen einige Male glückte. Ob die Spitze des Zahns direct sich mit dem Haarschaft verbindet, oder auch hier das Haar von der Kugelmembran getragen wird, bleibt eine offene Frage. Ich habe einige Male völlig deutlich ein Verhalten gesehen, wie es Fig. 30 *D* von Mysis zeigt, andere Male schien ein directer Uebergang von Zahn in Haarschaft vorhanden zu sein, und für letzteres Verhalten spricht die bedeutende Elasticität dieser Haare.

Der Schaft selbst ist zweizeilig gefiedert, er beginnt dem Zahn gegenüber mit einem stark lichtbrechenden länglichen Knauf ʒ, den wir bereits als Gegenzahn kennen gelernt haben. Auf der andern Seite haben wir wiederum jenen sonderbaren convexen Anfangstheil des Haares (Fig. 30 *A* l), welcher die Lingula bezeichnet. Wenn man diese von der Seite betrachtet, ergiebt sich, dass sie nicht steil nach der Spitze des Haares zu verläuft, sondern stark gewölbt den Anfangstheil des Haarschaftes etwas aufbläht. Darauf scheint sie in der Haarwand sich zu verlieren, andere Male, namentlich bei den längsten Haaren, lässt sie sich deutlich bis zur Mitte des Schaftes hin erkennen. Das ganze Haar ist glashell, so dass vom Inhalt nichts Besonderes erkannt wurde. Nicht ohne Interesse ist folgende Beobachtung. Ein feiner Querschnitt der Antennenhaut war so zerbrochen, dass der Riss mitten durch den Porencanal eines Hörhaares ging, die beiden Stücke wurden nur noch durch das darüberstehende Haar zusammengehalten. Durch Zerren an den beiden Theilen gelang es, das Haar bis zur Spitze hin auseinander zu reissen, wobei sich die Lingulaseite von der Fiederseite trennte. Nach dem Zerreissen richtete sich die letztere Seite, an der ja auch noch der Zahn verblieb, wieder steil auf, die Lingulaseite hatte dagegen allen Halt verloren.

Die Haare von unserer Hippolyte (Fig. 3 *ϑ*) zeigen eine deutliche Haarkugel, sind jedoch zu klein, um Detail erkennen zu lassen.

Die freien Haare von Mysis (Fig. 30 *B*. *C*. *D*) gleichen ganz denjenigen von Palaemon. In *D* f sieht man die sehr dünne Membran zwischen Zahn und Gegenzahn, die sich aber nicht an der Spitze des Zahns, sondern näher der Basis ansetzt. Die Lingula *B* l von der Fläche gesehen zeigt ihren Rand aus früher erörterten Gründen nicht immer geschlossen. Die Haare sind gefiedert, manche aber nur nahe der Spitze, wobei dann die Fieder ziemlich spärlich, aber etwa von der Länge des Haares selbst sind

Die Stelle, welche die Haare bei den Cariden einnehmen, ist vorzüglich die obere Fläche des wenig beweglichen und bewegten Basaltheils der inneren Antenne, aber auch am zweiten Gliede der äusseren Antenne finden sich Haare, bei Palaemon z. B. (Fig. 33) an der Unterseite an einer Schuppe ein Halbkreis von Hörhaaren.

Der Nerv derselben lässt sich beiläufig gesagt zu dem der inneren Antenne hin verfolgen. Das Blatt der Seitenantenne trägt wunderbarer Weise nie auch nur ein einziges Hörhaar. Interessant ist, dass an den genannten Stellen sich auch bei Mysis diese Apparate finden, so dass also auch hier die Hörfunction direct mit dem Hirn in Beziehung tritt. Anderntheils muss uns freilich gerade das auf den Gedanken bringen, ob nicht etwa bei Palaemon und Crangon der Schwanz auch Hörhaare trage?

Die Antwort sah ich schon voraus und ging daher mit einem gewissen Unbehagen an die Untersuchung, denn ich fühlte, wie wenig diese Sache dem Leser gefallen wird. Jedoch in Wahrheit wird erst mit dieser Beobachtung in natürlicher Weise die Uebereinstimmung im Bauplan unserer Krebse hergestellt. Am übrigen Körper finde ich nirgends Hörhaare, jedoch da sie offenbar auch als Reflexapparate dienen, würde ein solcher Befund nicht allzu auffallend sein. Eine Gebia, die ich darauf ansah, hatte auch auf dem Schwanze freie Hörhaare.

In der speciellen Anordnung treten stets Wiederholungen ein, so dass es genügt, ein Thier genauer zu beschreiben. Wir wählen Palaemon antennarius, als die Krappe, welche am reichlichsten mit Hörhaaren versehen ist. Fig. 31. 32. 33.

Die Figuren sind nach ganz jungen Thieren entworfen, weshalb die Anzahl der (in den beiden ersten Figuren nicht überall richtig vom Zeichner erfassten, ohnehin auch ungünstig von oben gesehenen) Hörhaare absolut etwas geringer ist.

Die Stellung dieser Haare erkennt man jedenfalls am besten an der Figur; zwischen den Hörhaaren treten häufig, namentlich reichlich bei den älteren Thieren, Fiederhaare auf. Wir haben folgende Gruppen zu unterscheiden, deren Haare sich nach ungefährer Zählung wie folgt verhalten:

Fig. 31.	Palaemon antennarius			P. squilla
Länge des Thieres	$^1/_{10}''$	$^1/_4''$	ausgewachsen	ausgewachsen
ϑ innere Basalgruppe	8	9	14	5
ϑ' äussere ,,	6	7?	7?	0
ϑ'' convergirende Reihen des Seitendorns	28	30	32	19
ϑ''' mittlere Basalgruppe	4	3	4	0
ϑ'''' erste Querreihe	25	31	32	30

Fig. 32.	Palaemon antennalis			P. squilla
Länge des Thieres	$\frac{1}{10}''$	$\frac{1}{4}''$	ausgewachsen	ausgewachsen
ϑ''''' zweite Querreihe (hat oft abgebrochene Haare) . . .	20	15	8	17
ϑ'''''' Endwulst	5	5	5	4
Untere Antennenfläche				
Nur eine Gruppe an einem dort stehenden Höcker . . .	3	4	3	?
Fig. 33.				
Aeussere Antenne	13	14	18	?
Summa	112	117	123	75
Am Schwanze tragen die beiden Seitenanhänge Hörhaare.				
1) der mediale Anhang				
an der Kante		14	23	
untere Fläche		10	11	
obere Fläche		50	39	
Summa		74	73	
2) der laterale Anhang				
an der Kante		6	11	
untere Fläche		16	14	
obere Fläche		34	38	
Summa		56	63	

Es sind demnach am $\frac{1}{4}''$ langen Thier 247, bei dem ausgewachsenen 359 freie Hörhaare jederseits vorhanden, dazu kommen noch die Otolithenhaare mit ca. 40 jederseits, was etwa 600 Hörhaare auf das ganze Thier geben wird. Zum Vergleich mag hier angeführt sein, dass das junge Thier 106, das alte 158 Riechhaare beiderseits besass.

Ein genaueres Zählen mit Quadraten an Häutungspräparaten und an zahlreicheren Individuen würde, glaube ich, eine grössere Uebereinstimmung der Zahlen für die einzelnen Localitäten geben, übrigens kam selbst diese Gleichheit unerwartet, da ich nach dem Ansehen sowohl als nach der Lebensweise der alten Thiere eine Abnahme der Hörhaare bei letzteren erwartete.

Von P. squilla steht zu berichten, dass die freien Hörhaare weniger zahlreich sind und häufiger durch gewöhnliche Haare vertreten werden, die Lagerungsverhältnisse bleiben völlig dieselben, aber die Haare an der äusseren und mittleren Basalgruppe sind keine Hörhaare mehr. Die Zahl der Otolithenhaare ist ca. 44, die der Antenne 75, des Vorderkörpers im Ganzen also ca. 238. Am Schwanze und äusserer Antenne zählte ich sie nicht. Riechhaare waren 162 vorhanden.

Die Haare von Crangon sind nur in so weit anders geordnet, als seine innere Antenne anders gebaut ist. Er hat bekanntlich statt des Seitendorns ein völlig isolirt stehendes Seitenblatt, auf letzteres rücken die

Reihen des Dorns und die Basalgruppen rücken weiter nach vorn, doch verschwindet die mittlere.

An einer jungen Crangon verhielten sie sich wie folgt:

Innere Antenne	
äussere Basalgruppe	7
innere Basalgruppe	3
das Seitenblatt	
innerer Rand	2
äusserer Rand	7
erste Querreihe	12
zweite Querreihe	3
Endwulst	3
äussere Antenne	
Bogenreihe	7
Fläche	1
Summa	45

Schwanz	
lateraler Anhang	
Kante	5
untere Fläche	4
obere Fläche	22
medialer Anhang	
Kante	4
untere Fläche	15
obere Fläche	21
Summa	71

Es trägt demnach jede Seite 116 Haare, Otolithenhaare 7, folglich das ganze Thier 246. Riechhaare fand ich im Ganzen nur 32, doch nehmen dieselben mit dem Alter an Zahl zu.

Die Anordnung der Haare bei Mysis zeigt bereits einen wesentlich anderen Typus, sie stehen mehr einseitig auf der lateralen Fläche der inneren Antenne, und wenngleich die Reihen wiederzufinden sind, so verdienen sie doch nur noch uneigentlich diesen Namen. Von den Basalgruppen hat sich nur die äussere erhalten mit 3 Haaren, die erste Reihe hat 4, die zweite 3, eine dritte 1 Hörhaar, der Endwulst wiederum deren 4 neben kurzen an Riechhaare sich anlehnenden Gebilden. Die äussere Antenne zeigt nicht jene Kreislinie von Palaemon, sondern trägt am Ende des zweiten und dritten Gliedes und auf ihrer unteren Fläche im Ganzen 11 Haare; so dass am Vordertheil des Thieres 26 Hörhaare jederseits nachzuweisen sind.

Am Schwanze finden sich nur an dem medialen, den Otolithen bergenden Anhang Hörhaare, und zwar an der Kante etwa 14; auf der unteren Fläche keine, auf der oberen Fläche bilden sie Anhäufungen, ein

Polster nahe der Schwanzwurzel mit 35 Haaren und ein laterales mit deren 6, so dass der Schwanz mit den 57 Haaren für den Otolithen jederseits 112 Haare trüge. Also auch in dieser Hinsicht wäre das Abdomen bevorzugt. Im Ganzen trägt Mysis 276 Haare.

Die Hörnerven.

Wir kommen jetzt zu dem wesentlichsten Theil des Gehörapparates, zu den Nerven (Fig. 34—39). Deren Verhalten lässt sich namentlich bei den Cariden unzweifelhaft und klar übersehen. Die Bildung der Nerven selbst ist bereits von *Häckel*[1]) in so ausgezeichneter Weise beschrieben, dass es eines ganz speciellen Studiums, das nicht im Plane lag, bedürfen würde, um hierin wesentlich zu fördern. Die kernhaltigen Nervenfasern scheinen frisch aus einer dicken Grenzschicht und einer mittleren Substanz zu bestehen (Fig. 36). Einige Stunden nach dem Tode, wenn dem verdunstenden Medium (Cr 0,002 %) neue Flüssigkeit zugesetzt wird, werden die Fasern in exquisiter Weise varicös (Fig. 35 u. 36 *A*), ein Befund, der also *Ehrenberg*'s[2]) Angabe über diesen Punkt völlig bestätigt. Setzt man destillirtes Wasser in grösserer Menge zu, so stellt sich diese Varicosität nicht ein, sondern es tritt der Inhalt der Nervenfasern in rasch zerfliessenden Tropfen heraus.

Man kann die betreffenden Nerven leicht zum Nervenstamm, in der Regel bis zum Ganglion verfolgen.

Nach der Peripherie zu findet man nach längerem oder kürzerem Verlauf eine stärkere Anschwellung des Nerven; in der Mitte derselben liegt ein rundlicher Kern, umgeben von etwas oft strahlenförmig angeordnetem Cytoplasma. Diese Anschwellung (Fig. 34. 36. *b*) ist zuweilen sehr wenig ausgesprochen, man könnte fast glauben einen der gewöhnlichen wandständigen Kerne von oben zu sehen, jedoch ist der Regel nach eine solche Verwechslung nicht möglich.

Nachdem der Nerv diese Anschwellung, die wir schon als Ganglienzelle bezeichnen dürfen, gebildet hat, spitzt er sich sehr rasch zu und läuft dann in einen feinen rundlichen Faden aus. Dieser eigenthümliche Faden, den wir als Chorda (*c*) bezeichnen, läuft eine kürzere oder längere Strecke weit bis zu einem Hörhaare hin fort und geht durch die Mitte des Porencanals und der Haarkugel bis zur Lingula hin, an die er sich fest setzt.

Dieses Verhalten lässt sich, wie erwähnt, ohne Mühe am lebenden Thiere demonstriren, doch bleibt noch Einzelnes unaufgeklärt. Ueber das Verhalten des Kerns der Ganglienzelle konnte nichts Näheres erkannt werden. Die Chorda liegt (Fig. 36 *B*) in einem wasserklaren, homogenen

1) Archiv für Anatomie, Physiologie 1857.

2) Beobachtungen einer bisher unerkannten Structur des Seelenorganes, Abhandlungen der Berliner Akademie 1836.

Bande, welches bereits das zugespitzte Ende der Ganglienzelle zu umgeben scheint und sich anderntheils noch mit in den Porencanal hinein begiebt (Fig. 39 *B*). Die Dignität des Bandes ist mir nicht deutlich geworden, es zeigt zuweilen schwache Varicositäten, doch das ist wohl nur auf grossen Wassergehalt desselben zu beziehen; bei der Betrachtung der Häutung werden wir etwas mehr darüber erfahren. Die Chorda selbst beginnt sehr blass, so dass es in den meisten Fällen zweifelhaft bleibt, ob der Nerv ganz in sie übergeht oder ob sie nur ein centraler Theil desselben, etwa eine Fortsetzung des Kernes ist. Nach einigen Präparaten von Crangon und namentlich von Carcinus maenas ward es mir jedoch wahrscheinlich, dass der Nerv in toto sich in die Chorda fortpflanze. Kurze Strecke nach ihrem Ursprunge findet man häufig, namentlich einige Zeit nach dem Tode an ihr (Fig. 34 *c'*) einige Stellen, welche Flüssigkeitsansammlungen zu sein scheinen. Da sie auch an den längsten Chorden doch sehr dicht an der Ganglienzelle zu liegen pflegen, stehen sie wohl mit dem Uebergang dieser in jene in ursächlichem Zusammenhang. Die Untersuchung in polarisirtem Lichte, zu der mir die Mittel fehlten, war Prof. *W. Müller* so freundlich mit mir auszuführen, nur die Rindenschicht des Nerven und der Ganglienzelle bis zur Chorda hin brachte einen Gangunterschied hervor, die innere Substanz, Kern, Chorda, Band, verhielten sich indifferent.

Die Chorda geht nun an die Mitte der Lingula heran, mit der sie so fest verwächst, dass man sie häufig genug dem Haare als langer Faden folgen sieht, wenn dies abriss (Fig. 38). Wenn man die Lingula genau von der Seite hat, sieht man wohl an grösseren Haaren, dass die Chorda sich mit einem kleinen Knötchen ansetzt (Fig. 37 *c*); besonders stark markirt ist auch die Stelle des Nervenansatzes bei den Otolithenhaaren von Palaemon (Fig. 22 *C. a*). Weiteres darüber zu finden glückte nicht, der Länge nach gespaltene frische freie Haare von Palaemon liessen an der Lingula nichts weiter erkennen, ebenso ging es mit Ör-haaren vom Krebs, die man ganz wohl (mit dem Querschnitter) der Länge nach durchschneiden und dann die Lingula von unten her untersuchen kann. Diese Operation in Krebsblut mit frischen Haaren vorzunehmen, fehlte mir die Gelegenheit, doch wäre das vielleicht lohnend. Es ward früher bereits erwähnt, dass die Lingula sich als etwas concave Platte an den Haaren lang herauf erstreckt und dann ziemlich scharf endet, dass aber kurz vor ihrem Ende beim Hummer ein kleines Knötchen auf ihr sich findet (Fig. 18 *D. a*). Dieses erinnerte mich lebhaft an den Knoten, der sich bei demselben Thier am Ansatz der Chorda bildet und brachte mich zu dem Schluss, dass die Chorda der Lingula dicht anliegend in Wirklichkeit sich bis zu jenem zweiten Knötchen hinauf erstrecke. Ein solches Verhalten schien die Erregung durch Schallwellen sehr einfach zu erklären, nämlich so, dass der eine Strecke weit auf der schwingenden Lingula aufliegende Nerv durch die Schwingungen selbst direct tetanisirt würde, aber ich konnte

bei anderen Haaren nichts Aehnliches erkennen und glaube daher bei der Annahme stehen bleiben zu müssen, dass die Chorda gleich beim Ansatze an die Lingula ende, diese Annahme wird übrigens durch die Erfahrungen über die Häutung sicher gestellt. Man darf auf jeden Fall nicht vermuthen, dass die Chorda sich noch in weitere (dann wirklich unsichtbare) Fädchen auflöse und so an die Fiederhärchen herantrete, da entschiedene Hörhaare ganz ohne Fieder sind, damit ist denn auch ausgeschlossen, dass der Nerv selbst etwa bei Mysis in den Stein hineingetragen werde. Weiteres bei der Häutung.

Es ist noch auf einige besondere Verhältnisse einzugehen. Beim Hummer (Fig. 1 c) und Krebs (Fig. 38) sieht man durch die Wandung des Sackes hindurch recht deutlich die Chorden in parallelen Reihen, in ihren hellen Umhüllungsbändern verlaufen, zwischen denen sich Kernreihen befinden. Beim Krebs, wo sich die Chorden (im Herbst) ausserordentlich leicht herausziehen lassen, beobachtete ich, dass das abgerissene Ende eine merkliche dreieckige Anschwellung zeigte. Den Nervenstamm selbst kann man wohl zum Sacke hin verfolgen, aber er sitzt sehr locker, ist etwas undurchsichtig und unbequem zu untersuchen. Das genauere Verhalten kann ich nicht angeben, ich vermuthe, dass ich die Ganglienzellen nur übersehen habe, weil ich nicht wusste, wie schattenhaft blass diese Gebilde sein können; ich zweifle nicht, dass eine aufmerksame Forschung sie darstellen wird.

Bei Palaemon wurde dem Verhalten der Nerven genau nachgespürt. An sehr jungen Thieren, die auf der Seite liegen, kann man den Antennennerven vom oberen Schlundganglion ausgehen sehen, die Stelle, von wo er entspringt, kann ich jedoch nicht genau angeben. Es lassen sich nun vier Nerven in der inneren Antenne unterscheiden. 1) Der laterale ist sehr kurz und giebt mehrere Aeste ab. Der äusserste von diesen nimmt die Richtung nach der äusseren Antenne und versorgt auch wohl die äussere Basalgruppe, man kann ihn aber nur ganz kurz verfolgen. Vielleicht versorgt er auch die Hörhaare der äusseren Antenne, denn diese bekommen ihren Nerven dem Anscheine nach von der medialen Kante des äusseren Antennennerven, es könnte aber auch das Bild dadurch erzeugt werden, dass der vorhererwähnte Nerv der inneren quer über den der äusseren Antenne weg an die Hörhaare träte (Fig. 33 *e*). Dieser Ast bildet übrigens bei *f* sein Ganglion und strahlt dann mit seinen Chorden zu den Haaren hin.

Ein zweiter Ast des lateralen Nerven tritt in die innere Antenne ein, schlägt sich aber (Fig. 31 *n*) zum Seitendorn hin, bildet dann in sich eine Anzahl Ganglien und versorgt die Haare auf dem Dorn. Von seiner Convexität ab geht nach vorn zu in die Tiefe der Nerv zu den Otolithenhaaren, tritt in ihren Kreis und vertheilt sich nach Ganglienbildung an die Haare. Die Chorden sind sehr fein, so dass man nur an sehr günstigen Präparaten oder an frei schwimmenden Haaren erkennen kann, dass

sie an den glänzenden Knoten der Lingula herantreten, es ward aber das Verhalten mit Sicherheit von mir constatirt.

Der mediale Ast des lateralen Stammes ist so kurz, dass er nur eben in den Raum der Antenne gelangt und hier dann eine Menge von Zellen in sich bildet. Von diesen aus gehen eine grosse Anzahl Chorden, die (auch bei Crangon) von grosser Länge sind, denn sie verlaufen (c') ganz hin zu der ersten Querreihe von Hörhaaren. Medial von diesem Chordenbündel liegt ein zweiter sehr feingestreifter[1]) Nervenstamm, der mir, ich zeichnete die Figur nicht selbst, lange Zeit entging, ich verfolge ihn bis zum Ende der Riechganglien (Fig. 32 *o'*) und deute ihn als Riechnerven. Von diesem medial liegt ein grosser dritter Stamm (Fig. 31 *m*) mit recht breiten Nervenfasern, welcher grösstentheils sich an die Hörhaare vertheilt. Zunächst geben aus diesem Nerven die Chorden an die Haare der mittleren Basalgruppe, so dass hier also eine Kreuzung derselben mit denen für die erste Querreihe eintritt, dann giebt er mehrere Zweige an die Haare der zweiten Reihe (Fig. 32 *m'* und *m''*). An diesen kann man studiren, wie constant die Lage selbst einzelner Nervenfasern bleibt, da die Nerven (*m''*) in ganz charakteristischen Schlingen aus der Tiefe heraus um einen Muskel herum zu den Haaren gelangen, und dies Verhalten immer wieder gefunden wird. Nun geht der Nerv weiter und endet mit Ganglienzellen für die Haare des Endwulstes.

Ganz medial liegt in der inneren Antenne noch ein vierter Nervenstamm (*l*), von nicht unerheblicher Dicke und feiner Faserung. Er geht bald in die Tiefe und theilt sich hier in zwei Aeste für die beiden Geisseln der Antenne. Dieser Nerv versorgt keine Hörhaare.

Von Mysis sei erwähnt, dass, wie schon *Krøyer* angiebt, sich die Nerven des mittleren Schwanzanhanges vom Schwanzganglion her verfolgen lassen, und unter dem Haarbuckel des Otolithensackes hingehen. An dieser Stelle bilden sich sehr viele Endganglien, von denen aus theils die Chorden an die Lingula der Otolithenhaare sich verfolgen lassen, theils auch schon an die freien Hörhaare abgehen.

Wenn man bei Carcinus maenas so den Buckel des Hörsackes ausschneidet, dass alle Weichtheile daran sitzen bleiben, sieht man die Nerven der Wandung des Sackes anliegen und sogar, irre ich nicht, einen weitmaschigen Plexus bilden. Die Auflösung des Plexus in einzelnen Nervenfasern ward nicht erkannt, jedoch sieht man, wenn die Nerven leise entfernt sind, die äusserst feinen Chorden nach den Haaren hinziehen und an den convexen Rand des Haarschaftes herangehen. Verfolgt man sie nach rückwärts, so führen sie auf eine sehr blasse ovale Zelle. Solcher Zellen liegen viele in einer langen Reihe neben einander dicht unter dem Chitinepithel; sie sind oval, die Längsaxen der Chorden parallel, drei Ganglienzellen hatten Länge 0,02. 0,0225. 0,03 mm., Breite 0,01. 0,017. 0,016 mm., zeigten also relativ grosse Form- und Grössen-Verschiedenheiten. Ihnen

[1]) Nicht mitgezeichnet.

hängen dann noch ziemlich lange Nervenfasern an. Der Uebergang in die Chorden macht sich sehr allmählich, denn die Zelle verlängert sich in einen etwa 0,045 mm. langen Fortsatz, der eigentlich wieder ganz das Ansehen einer gewöhnlichen Nervenfaser annimmt, und dieser geht dann allmählich zugespitzt in die Chorda über. Diese selbst hatte eine Länge von 0,225 mm.

Von besonderem Interesse ist es, dass hier ein Fall eintritt, wo die Ganglienzellen mit den Chorden verbunden bleiben und von den Nerven abreissen.

Vergleichung mit anderen Haaren der Krebse.

Man würde sich kaum wundern können, wenn man die beschriebenen Theile der Hörhaare, nur anders entwickelt, an den übrigen Haaren wieder vorfände, jedoch es finden sich Uebergänge und Aehnlichkeiten so weit es Theile betrifft, die wir eben als eigenthümlich beschrieben haben, nur in beschränktem Maasse. Gebilde nämlich wie Zahn und Gegenzahn verschwinden gleich, am längsten lässt sich noch die Kugelmembran nachweisen, und insofern die Lingulabildung auf der excentrischen Lage des Haarcanales beruht, dürfte sich Aehnliches auch an anderen Fiederhaaren nachweisen lassen. Die Kugelmembran verändert sich in der Weise, dass sie sich bis zur Mächtigkeit der umliegenden Haut verdickt, aber mit dem Haarschaft einer-, der Schalenhaut andererseits sich nur durch eine zugeschärfte Kante verbindet, wodurch dann immerhin noch eine gewisse Beweglichkeit dem Haare gewahrt bleibt. Zuweilen ist die Kugelmembran noch an einem Theile der Peripherie ganz zart, so dass es aussieht, als wenn hier zwischen Haarschaft und Schalenhaut ein Loch wäre, so bei den merkwürdigen Lockhaaren der äusseren Antenne von Hippa. Bei sehr vielen Haaren, namentlich der Extremitäten, kann man keine Zwischenmembran mehr unterscheiden.

Der Haarformen, die in Betracht kommen, wenn man untersuchen will, ob die Hörhaare wirklich so besonders gebaut seien, sind bei Palaemon, Mysis und Crangon wesentlich drei.

Man findet mitten in den Querreihen der inneren Antenne Fiederhaare (Fig. 30 *h'*), welche die Hörhaare zu vertreten scheinen. Sie unterscheiden sich von denselben schon bei oberflächlichem Ansehen durch ihren schlanken ohne besondere Erweiterung entspringenden Schaft und ihre gesättigt gelbe Farbe an der Basis. Sie scheinen mir identisch mit den gewöhnlichen Fiederhaaren der platten Anhänge (Fig. 30. 31 *h* und Fig. 43). Da nun diese am bequemsten zu studiren sind, wurden die Beobachtungen an ihnen gemacht. Gehen sie von den Anhängen in perpendiculärer Richtung ab, so findet man an ihnen keine Andeutung einer Kugelmembran, gehen sie jedoch in einer anderen Richtung ab, so wird allerdings eine solche Zwischenmembran deutlich (Fig. 40 *A* von Mysis). Man kann hier, wenn man will, bei *b* den Zahn wiederfinden, der vom Haar durch

eine ganz schmale Zwischenmasse getrennt ist, bei *c* die vorragende Lingula, die mit der Schalenhaut *a* durch eine dünne, der Lingula dicht anliegende Membran verbunden ist; diese Aehnlichkeit wieder aufzufinden, bedarf es jedoch einer gewissen Phantasie.

Der Haarschaft selbst ist jederseits mit einer Reihe von Fiedern versehen, bei Palaemon scheint er sehr bald sich zu verschliessen, bei Mysis ist dagegen das Haar bis weit in die Spitze hohl und birgt hier (Fig. 40 *B*) Zellen, zwischen welche sogar die Pigmentzellen ihre Körnchen hineinergiessen können (*c*).

Was den Zusammenhang mit den Nerven betrifft, so ist so viel unumstösslich gewiss, dass ein ähnliches Verhalten wie bei den Hörhaaren nicht stattfindet, auch halte ich es für nicht wahrscheinlich, dass Nerven in die Haare hineingehen. Das günstigste Präparat sich darüber zu vergewissern, bieten ohne Zweifel die Blätter der äusseren Antenne, es stehen nämlich auf ihnen, die durch Dünnheit und Abplattung die genaueste Beobachtung gestatten, von Haaren einzig nur die in Rede stehende Sorte. Man sieht nun die Nerven in das Blatt eintreten, über den darin liegenden Muskel hinlaufen, ihn mit seinen Zweigen versorgen und dann nach den Haaren zu ausstrahlen. Dabei werden aber die einzelnen sich wenig oder gar nicht theilenden Fasern so blass und fein, dass man sie schliesslich nicht mehr verfolgen kann. So viel jedoch kann ich sagen, dass sie nicht in die später zu besprechende Haarmatrix hineingehen, sondern zwischen die Haartuben hinein noch eine Strecke weit zu verfolgen sind. Es ist hier gewiss noch Weiteres zu machen.

Eine zweite Art von Haaren sind in Fig. 41 *A* von Palaemon abgebildet. Man würde sie zu einer Vergleichung kaum heranziehen wollen, wenn nicht auch sie in ähnlichem stellvertretendem Verhältniss zu den Hörhaaren ständen, wie die eben besprochene Form.

Sie stehen nämlich auf dem Schwanze mitten zwischen Hörhaaren und die kleinsten von diesen ähneln ihnen in Manchem, namentlich in der Grösse so sehr, dass ich sie als durch Mangel des Nerven atrophisch gewordene Hörhaare bezeichnen möchte, wenn ich einer alten bequemen, aber nicht streng richtigen Auffassungsweise nachgeben will. Man unterscheidet an ihnen einen cylindrischen, gelblich gefärbten, Basaltheil *b*, an dessen unterem Ende man den ringförmigen Anfang des Porencanales erkennt, an dessen oberem dagegen sich ein leicht S förmig gebogener, gleich dicker, ungefiederter Haarschaft findet. Der cylindrische Basaltheil ist nun nichts weiter, als der Porencanal in der dicken Antennenhaut, auf dem das Haar ohne Zwischenmembran aufsitzt. An diesen Haaren fand sich nicht die geringste Spur eines Nerven.

Auf den ersten Blick scheinen nun diejenigen Haare, welche sich an den Geisseln der beiden Antennen finden (Fig. 41 *B. C*) identisch mit den vorigen, doch ist das Täuschung. Diese Haare, die höchst wahrscheinlich die Tastempfindung vermitteln, sitzen nämlich auf einem plat-

ten, einigermaassen gesonderten Stück der Antennenwand auf, welches in das Innere der Antenne hineingedrückt erscheint (*C*). An dieses Stück oder an das Haar sieht man bisweilen eine Faser von dem darunter fortlaufenden Nerven herangehen, jedoch es gelang nicht in befriedigender Weise das ganze Verhalten zu erkennen. Die Verschiedenheit von den Hörhaaren wird durch die Figur deutlich sein.

Die dritte Art von Haaren findet sich zur Seite des Endwulstes und auf der zweiten Querreihe der inneren Antenne von Mysis (Fig. 42. *A*). Diese Haare fallen sogleich auf, weil sie ungefiedert sind, dabei aber dickwandig und dunkel contourirt erscheinen. Sie sitzen wie die Hörhaare einer etwas niedrigen Kugelmembran auf, sind aber an einer Seite ziemlich fest mit der Schalenhaut verbunden; der Schaft selbst zeigt wenigstens insofern die Andeutung einer Lingula, als in der Mitte des Haares auf der mit der Kugel versehenen Seite bei *c* sich eine Knickung zeigt, die man auf das Aufhören der Lingula beziehen könnte. Die Forschung nach Nerven ist wegen obwaltender ungünstiger Umstände unbequem; ich glaube, dass Chorden an diese Haare herangehen, aber ich habe dieselben nie mit Sicherheit zu wirklichen Nervenfasern hin verfolgen können. Da ist aber erforderlich, weil sonst die Neubildung der Haare leicht Täuschungen veranlasst. Nach Analogie mit einigen Haaren der Brachyuren könnten übrigens die beschriebenen Gebilde sehr leicht Hörhaare sein.

Weniger gilt dies von den Haaren, die auf dem Schwanze von Palaemon nahe dem hinteren Rande sitzen und auf den ersten Blick mit den vorigen gleich gebaut zu sein scheinen.

Sie lassen aber, näher untersucht (Fig. 42 *B*), keine Kugelmembran mehr erkennen und sind ausserordentlich dickwandig, fast solide. Am wichtigsten ist, dass an diesem Orte der zur Erforschung der Nerven nicht besser gewünscht werden kann, auf weite Strecken hin durchaus kein Nerv zu finden ist, der mit diesen Haaren in Zusammenhang treten könnte. Chorden besitzen sie sicher nicht. Eine Zusammenstellung dieser Haare mit Hörhaaren ist daher nicht statthaft.

Haarwechsel.

Unsere Kenntniss der Hörhaare kann nun noch bedeutend durch das Studium der Häutung vermehrt werden, wie bereits angedeutet.

Die einschlägigen Verhältnisse sind meines Wissens noch gar nicht recht gewürdigt, und nur von *Spence Bate*[1]) und *Leydig*[2]) richtig beschrieben worden. Es ist jedoch selbst *Leydig*'s Figur so weit entfernt von dem, was die Cariden zeigen, dass entweder die Daphnien sich hierin anders verhalten müssen oder dass die Bildungen (was mir wahrscheinlicher ist) allzu fein bei diesen Thieren waren.

1) Loc. cit. pag. 590. »These (die neuen Haare) are not extended but retracted with telescopic joints, within the membres of wich they form appendages.«

2) Daphniden pag. 157 und Taf. I. Fig. 11.

Der Sachverhalt ist nun der, dass alle Haare einmal nicht, wie man wohl bisher meistens glaubte, innerhalb der alten Haare gleichsam als Abdruck gebildet werden, sondern unter der Schalenhaut neu entstehen, und zweitens, dass die Haare nicht wie die Flügelschuppen von Hymenopteren durch eine Zelle gebildet werden (*Semper*), sondern dass eine grosse Anzahl von Zellen zu ihrer Bildung beiträgt. Am bequemsten studirt man ihr Verhalten an den gewöhnlichen Fiederhaaren des Schwanzes (Fig. 43). Wenn das Thier nahe der Häutung ist, sieht man rings am Rande den Haaren entsprechend wunderliche Bildungen, braune radiäre Streifen mit hellen Zellenreihen alternirend und von ersteren aus zarte platte Fäden in je ein zugehöriges Haar hineingehen (Fig. 43 *A. g*). Dies alles ist oft so blass und zart, dass man, von dem Gedanken beseelt, es handle sich hier um Nervenendigungen, mit vieler Mühe nur die Wahrheit zu erforschen vermag; an solchen Thieren schliesslich, die sich kurz vorher häuteten, kann man gar nichts mehr von alledem auffinden.

Das erstbesprochene Bild erklärt sich nun so. Die neugebildete Schalenhaut *d* zieht sich von der alten *a* beträchtlich zurück, so dass zwischen beiden ein nur mit Flüssigkeit gefüllter Raum bleibt. Innerhalb der neuen Schalenhaut liegen die neuen Haare eigenthümlich eingescheidet. Vergleichen wir die neugebildete Haut mit einem Handschuh, so liegen die neuen Haare so wie die Handschuhfinger liegen würden, wenn der Körper des Handschuhs so weit (beim Ausziehen etwa) über sie weggestreift würde, dass nur noch ihre Spitzen etwas vorragten. Genau in dieser Lage verharren die Haare bis zur Häutung, die grössten wie die kleinsten, dabei aber ragt die Haarspitze des neuen stets in das alte Haar hinein. Diesen leicht verständlichen Zustand können wir nachahmen, wenn wir über den ersten Handschuh einen zweiten mit gestreckten Fingern herüberziehen.

Wenn die Haare gefiedert sind, ändert sich das Aussehen etwas. Die Haartuben, wie wir die neugebildeten Haare, so lange sie eingescheidet liegen, zu nennen vorschlagen, zeigen dann jederseits eine Doppelreihe heller Punkte, die ihrer Längsaxe parallel verlaufen. Nähere Untersuchung ergiebt nun, dass diese Punkte den Ursprungsstellen der Fiederhaare entsprechen, und dass die Doppelreihe dadurch entsteht, dass die Punkte der entgegengesetzten Wände sich entsprechend lagern. Alle Fieder liegen nun mit ihrer Spitze nach aussen zu und so dicht aneinander, dass man nur wenn durch die Präparation die Ordnung gestört wurde, sie einzeln zu erkennen vermag. Ja man kann sogar an den Haarspitzen, die ganz frei durch den Raum zwischen alter und neuer Schalenhaut durchgehen, für gewöhnlich nichts von Fiedern erkennen, sondern bemerkt nur, dass die mit Körnerreihen versehenen Spitzen aus einem centralen Theil und einer mächtigen Wandschicht bestehen (Fig. 43 *A. g.*). Diese Wandschicht ist aber in Wirklichkeit nichts anderes als die dich

an einander liegenden Fiederhärchen, die bei geringer Verschiebung der Spitze auseinanderfahren, die Körnerreihe aber sind die dicken Ursprungsstellen derselben. Dass wie erwähnt die Fieder selbst an dem einscheidenden Theile des Haares peripher gerichtet sind, also der späteren Richtung an ihrer Haarwand gerade entgegengesetzt liegen, erscheint zuerst auffallend, später erkennt man jedoch, dass gar keine andere Richtung möglich ist und dass gerade bei dieser Einrichtung die Fieder beim Ausstülpen des Haares gar nicht ihre Lage weiter zu ändern brauchen (Fig. 43 *B.*). Um diese Chitinhaare herum liegen nun rings Zellen (Fig. 43 *A. c*, *C. d.*), welche ohne Zweifel ihre Bildung zu beschaffen haben. Diese Zellen lagern sich so, dass sie überall sich dem Haartubus anschmiegen. Sie ragen also einestheils ganz bis in die Spitze des neuen Haars hinein, wie man das bei Mysis namentlich leicht erkennt, anderntheils umkleiden sie ringsum den einscheidenden Theil des Haares. Deshalb können wir an diesen Chitinogenzellen des Haares auch einen äusseren einscheidenden und inneren eingescheideten Zellentubus unterscheiden. Die Beschaffenheit der einzelnen Zellen kann ich leider nicht genau angeben; um überhaupt über sie klar zu werden, würde ein genaues Studium des Gewebes der Schwanzflosse nöthig sein. Nach zweitägiger Behandlung mit C̈r von 0,002% habe ich erkannt, dass gewisse Zellen des Haares nach beiden Seiten hin ausgezogen sind und in eigenthümlicher Weise sich decken (s. die Fig.). Ob in die Fieder Ausläufer von Zellen hineingehen, habe ich nicht erkannt, doch da die groben Fieder von Hippa sehr sicher hohl sind, ist ein solches Verhalten höchst wahrscheinlich.

Unser Zellentubus sitzt nun einer Cutisschicht auf, deren Oberfläche natürlich nach der Lagerung der Zellen sich richtet. Das Verhalten desjenigen Theils, der den einscheidenden Zellentubus umgiebt, habe ich nicht besonders untersucht; in das Innere des Haartubus, oder richtiger in den eingescheideten Zellentubus, geht ein ähnliches helles Band hinein (Fig. 43 *A. h.*), wie das, welches die Chorda rings umhüllt; dieses Band lässt sich auf weite Strecken 3—5mal so weit wie die Haartuben lang sind in das Innere des Schwanzes zurückverfolgen, wo es mit dem Capillarnetz in nähere Beziehung zu treten scheint. Auch über dessen Structur vermag ich nicht viel anzugeben, es scheint ziemlich wasserreich zu sein und lässt sich namentlich an C̈r-Präparaten leicht in sehr lange feine Fasern mit ansitzendem Kern zerlegen; ob und in wiefern es ganz aus solchen Fasern besteht oder solche nur mehr seinem Rand anliegen, blieb unentschieden.

Es fragt sich nun, auf welche Weise stülpt sich der Haartubus beim Haarwechsel aus? Durch eine von innen kommende Triebkraft oder durch Zug von aussen? Die Frage wird durch Folgendes zur Genüge beantwortet. Wenn man ein Thier in einem engen Raum (Glas, Teller) sich häuten lässt, so wird man finden, dass hier und da noch Haare unausgestülpt liegen geblieben sind, lässt man das Thier länger leben, so ziehen sich

doch diese Haartuben nie mehr heraus, ja es werden sogar die Haare für die nächste Häutung, wie ich in einer interessanten, aber zu ungelegener Zeit kommenden, Beobachtung sah, neben und etwas nach rückwärts von den alten Haartuben angelegt, während dann die letzteren ihre Zellen, freilich verändert, behalten. Daraus lässt sich nun sicher schliessen, dass die Ausstülpung während des Häutens geschehen muss soll sie überhaupt eintreten, und dass diese Thiere zu einer anderen Zeit sich der unter der Schale liegenden Haartuben nicht entledigen können. Zieht man nun bei einem Thier im passenden Stadium unter dem Mikroskop mit Nadeln die alte Schalenhaut von der neuen ab, so folgen auch die neuen Haare den alten in einer Weise, dass deutlich daraus hervorgeht, wie das neue Haar sich mit seiner Spitze locker im Inneren des alten Haares angeheftet hat und deshalb bei der Häutung stets aus der Einscheidung herausgezogen wird.

Die Haftstelle ist an manchen Haaren nur durch kleine Unregelmässigkeiten der Fieder an der Spitze sichtbar, in anderen aber durch stärkere Knoten in der Haarwand bezeichnet. Auf diese Anheftungs-Narbe beziehe ich unbedenklich die verschiedenen Knoten, die wir an der Spitze der Haare wahrgenommen haben, ebenso die Knoten an der Spitze der Riechhaare; damit ist durchaus die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass in dem einen oder anderen Fall noch eine besondere physiologische Bedeutung sich an sie knüpft[1].

Wenn man das Haar herauszieht, macht man die sehr wichtige Erfahrung, dass die Bildungszellen nicht an dem Haar haften bleiben, sondern ruhig ihren Platz behalten, sodass also die Form für das Haar ganz unverändert bestehen bleibt, wenn auch ihr Product, das Chitinhaar, herausgezogen wird; daher kann unmittelbar eine Neubildung wieder beginnen. Diese beginnt denn auch wie es scheint bei Mysis wirklich gleich wieder, bei Palaemon und Crangon, namentlich bei jüngeren Individuen, im Spätherbst auch immer gleich wieder, dagegen bei den ausgewachsenen Thieren, namentlich aber bei den hartschaligen Krebsen, an denen sie von mir bei Hyas, von *Spence Bate* bei Carcinus maenas, von *Campbell de Morgan* nach seinen Abbildungen zu schliessen beim Hummer beobachtet ist, nur in grossen Perioden. Bei Palaemon markiren sich im Winter, also selbst nach der für einige Zeit letzten Häutung, die hinteren Grenzen der Haarbildungszellen durch Čr völlig scharf, wenngleich man dieselben frisch nicht so sicher erkennt. Daraus, dass demnach auch zu den Zeiten, wo keine neue Schale gebildet wird, die Einrichtung zur

1) Auch die Abtheilung der Riechhaare in einen unteren dickeren und oberen dünneren Theil, die sehr richtig von *Leydig* hervorgehoben, aber oft nicht besonders vorspringend ist, bezieht sich zunächst auf den Vorgang der Neubildung, indem bei den meisten Haaren der eingescheidete Theil dünnwandig, der einscheidende dickwandiger zu sein pflegt. Kleinere Unterabtheilungen, entsprechend der Lagerung der einzelnen Zellen, sind an manchen Riechhaaren besonders deutlich, lassen sich aber auch an anderen Haaren nachweisen.

Haarneubildung bestehen bleibt, wird es deutlich, dass die neugebildeten Haare der erwachsenen Thiere genau die Länge und Form der früheren wieder annehmen müssen, ein Verhalten, das für die Physiologie der Hörhaare von Wichtigkeit sein dürfte. Für letztere nämlich sowie für die Riechhaare und bis zu den kürzesten Tasthaaren hin (Fig. 32.) gilt dasselbe Gesetz der Neubildung. Ja sogar die kleineren Dornen zeigen entweder noch eine ganz kurze Einscheidung oder bilden sich doch auf keinen Fall als einfacher Abdruck der alten Dornen. Ich denke, dass ein ganz ähnliches Verhalten sich auch bei den Entomostraken finden muss, eigene Erfahrungen mangeln mir.

Wir müssen nun die besonderen Verhältnisse bei der Bildung der Hörhaare ins Auge fassen (Fig. 44.).

In der Anlage zeichnen sich dieselben bereits durch die Bildung der Haarkugel aus, die man als kleine Erweiterung ganz wohl erkennen kann (Fig. 44 *A. C.*); über die Anlage der Lingula, sowie überhaupt über die speciellen histiologischen Elemente, kann ich leider nichts beibringen.

Die Bildung der gekrümmten Hörhaare (Fig. 44 *B.*) scheint so zu erfolgen, dass das freie Ende der Tuben etwas abgeschrägt ist, dadurch wird die eine Wand des Haarschaftes um das Doppelte der Abschrägung kürzer als die andere, folglich muss sich das Haar bei der Ausstülpung entsprechend biegen oder knicken, so gestreckt auch immer die Haartuben angelegt sein mögen.

Bei den Hörhaaren handelt es sich aber vor Allem um das für sie so recht eigentlich Charakteristische, um die Chorda. Wie kann sich diese verhalten? wie verhält sie sich? Wir haben gefunden, dass das helle Band, in dessen Mitte die Chorda liegt, auch bei den Schwimmhaaren und manchen anderen Haarsorten sich nachweisen liess; an diesen sprachen wir dasselbe ziemlich unbedenklich als eine Art Bindegewebe an, dasselbe dürfen wir jetzt wohl auch für die Substanz um die Chorda thun. Wir fanden ferner bei den Schwimmhaaren, dass diese Substanz beim Herausziehen des Haares unverrückt liegen blieb, dasselbe findet statt bei den Hörhaaren! Für letztere ist aber noch besonders hinzuzufügen, dass die Stelle, bis zu welcher der Haartubus in das alte Haar hineinragt, so weit ersichtlich, identisch ist mit dem Ansatzpunkte der Chorda; es geht also das Haar genau nur bis zum freien Rande der Lingula. Nähmen wir, um den räthselhaften Vorgang vom Wechsel eines Sinnesorganes auf die Spur zu kommen, den Fall an, dass beim Haarwechsel die Chorda sich vom alten Haar trennte und unverrückt liegen bliebe, so würde sie das ganz ausgestülpte neue Haar genau an derselben Stelle berühren müssen, wo sie an das alte herantrat, also am Anfang der Lingula. Wenn dem so wäre, würde freilich die Befestigung der Chorda am Haare nur eine sehr schwache sein müssen.

Das ist sie in Wahrheit jedoch nicht und die Vorgänge gestalten sich etwas verwickelter.

Einige Zeit vor dem Haarwechsel verdoppelt sich die Chorda und dann wird mit dem Haarwechsel die eine von beiden ausgestossen. Die ausgestossene Chorda ist nun resistent gegen kochendes Natron. So auffallend dieser Befund auch ist und so geneigt vielleicht der Leser sein mag zu fragen, ob ich nicht lieber gleich das ganze Gehirn sich wolle abstossen lassen, die Thatsache ist völlig sicher gestellt, gestattet keinen Zweifel[1]. Dass doppelte Chorden vorhanden sind, lässt sich an Zerzupfungspräparaten leicht darthun (Fig. 43 *C.*), am unverletzten Thiere kann man das nie erkennen, wie ich glaube aus dem Grunde, weil die neue Chorda bei der gewöhnlichen Beobachtungsweise unter der alten verborgen liegt, Seitenansichten dagegen selten und nicht mit der genügenden Klarheit zu erlangen sind. An Zerzupfungspräparaten lassen sich noch einige weitere Beobachtungen über die Natur dieser Fäden anstellen.

Recht deutlich lassen sich erstlich die neugebildeten von den älteren Chorden unterscheiden, denn letztere zeichnen sich dadurch aus, dass sie bei der kleinsten Biegung gleich scharf einknicken, was die jüngeren nicht in dem Grade thun. Ferner sind die alten auch dunkler contourirt und während sie sich ihrer Hauptmasse nach wie Chitin verhalten, erblassen die jüngeren schon durch Essigsäure so sehr, dass man sie kaum noch im Auge behalten kann, diese Empfindlichkeit bewahren sie noch einige Zeit nach der Häutung.

Mehrfach habe ich mir diesen eigenthümlichen Bildungen gegenüber die Frage vorgelegt, ob es nicht Röhren seien, in denen etwa ein Axencylinder verlaufe. Für diese Ansicht sprechen die grosse Tendenz zu Einknickungen und dass die ausgestossenen Chorden ganz entschieden blasser sind wie vorher, wo sie in ihrer, doch stärker lichtbrechenden Matrix, freilich die neue Chorda unter sich, lagen; dem entgegen steht, dass an natürlichen Querschnitten nie etwas Röhrenartiges erkannt werden kann, und dass an Rissstellen nichts hervorquillt. In Wahrheit bliebe die Sache für die Ausstossung selbst sich gleich, da ja doch der alte von der Chitinscheide umhüllte Cylinder axis für die neue daneben liegende Chorda nicht dienen könnte, auch wenn bei der Häutung nur die Chitinscheide herausgezogen würde.

Es ist demnach wahrscheinlich, dass wir es mit einem soliden sich allmählich mit schwer löslichen Stoffen infiltrirenden Faden zu thun haben. Die ganze Länge der Chorden wird übrigens ausgestossen, davon überzeugt man sich sicher an den sehr langen Chorden der ersten Querreihen der inneren Antennen.

Durch die mitgetheilten Befunde wird nun das oben erschlossene Verhalten beim Haarwechsel etwas abgeändert. Es ist nämlich nur die

1) Auch noch Anderes mehr wird ausgestossen, man sieht einige sehr dünnhäutige, breite Röhren in den Antennen liegen, namentlich kann man sicher sein, dieselben im Basalstück der äusseren Antenne zu finden. Sollte es sich hier um ein Wassergefässsystem handeln? man sehe *Leydig*, Daphniden über den Hörcylinder.

neue Chorda, welche an das neue ausgestülpte Haar angeklebt wird, die alte wird durch die Spitze (und Narbe) des neuen Haares hindurch herausgezogen; möglich, dass die so gesetzte Verwundung der Matrix zu der Verklebung an die Lingula führt. Früher kann die Verlöthung nicht wohl geschehen, weil die neue Chorda in den eingescheideten Theil des Haartubus mit hineingeht, also dann noch vom Ende der Lingula weit entfernt liegt. Warum immer an der Lingulaseite die Verklebung eintritt, weiss ich nicht sicher [1]).

Man sieht jedenfalls, wie wichtig die kleinen zuerst beim Wechsel der Schwimmhaare gemachten Beobachtungen werden. Früher war ich wie erwähnt sehr zweifelhaft, ob nicht die Chorda auf der ganzen Länge der Lingula ruhe und etwa an jenem Knötchen, welches ich am Haare von Hummer und von Mysis (Fig. 30 *D. c.*) gezeichnet habe, ende; erneute Speculationen über den Häutungsmodus bringen jedoch zu der Ueberzeugung, dass die Chorda dort aufhören muss, wo sie sich ansetzt. Das geht gerade aus der oben gegebenen Schilderung leichtlich hervor, andernfalls sollte schon die Chorda noch nach ihrer Anlöthung weiter auswachsen, was höchst unwahrscheinlich wäre.

Ich will nun nicht verschweigen, dass mir früher das Präparat Fig. 44 *D. c'*. von Haartuben dicht vor der Häutung für die nunmehr aufgegebene Meinung von grossem Gewicht war, da ja die weit über die Haarspitze vorstehende Chorda scheinbar weit in das alte Haar muss hinaufgereicht haben. Neuerdings glaube ich, dass es sich hier nur um eine unvollendete Ausziehung der Chorda handelt. Sie würde etwa beim Zerzupfen eine kurze Strecke dem entfernten alten Haar gefolgt, dann aber von ihm abgerissen sein. Dass wirklich die Chorden nicht untrennbar fest ihren Haaren anhangen, erkennt man an Ĉr-Präparaten Fig. 44 *C*, wo es gelingt, die Tuben mit zwei hineingehenden Chorden von dem Mutterhaar zu isoliren; auch sieht man nicht immer jedem abgeworfenen Haar die Chorda anhängen.

Indem ich hiermit meine an frischen Thieren angestellten anatomischen Forschungen abschliesse, dürfte es am Platze sein, einen Blick auf diejenigen Beobachtungen zu thun, welche die Structur der Krebshaare behandeln. Freilich ist es klar, dass eine richtige Auffassung der Haare nur möglich ist, wenn die Häutungsvorgänge erkannt worden sind und da das nicht geschehen, dürfte ein kurzes Referat der Hauptleistungen genügen.

Lavalle [2]) beschreibt die Haare so, dass die Beschreibung ganz wohl auf die Hörhaare passen könnte, aber freilich, um sichere Schlüsse zu gestatten, nicht weit genug eindringt. Die Haare entspringen aus einem in die Schale eingegrabenen Bulbus, sind hohl und an sie heran führt

1) S. bei Alpheus.

2) Recherches sur le test des Crustacés Décapodes. Annales d. Sciences naturelles 1847.

ein Canal. Bisweilen bleibt die Röhre des Haares an der Basis offen und communicirt mit dem Canal, der durch die Dicke der Schale läuft. Das Haar ist mit einem Mark, ähnlich demjenigen höherer Thiere gefüllt, welches zuweilen mit der Materie, die den Porencanal ausfüllt, communicirt.

Hollard[1]) bestätigt diese Angaben, hat aber (wenn ich ihn citiren darf) noch etwas vollständiger die Sache erkannt. Die Schalencanäle nämlich, die den Haaren entsprechen, sind von einer membranösen Auskleidung eingenommen, welche die Basis von jenen umfasst, so bilden sie follikuläre Säcke, welche abwärts in eine conische Spitze auslaufen und dort ein Ernährungssystem aufzunehmen scheinen, dessen Bruchstücke leicht in den meisten Präparationen wieder erkannt werden. Dies ist alles, was *Hollard* von den Krebshaaren sagt. Ein Haar der Fliege, in auffallendem Lichte gezeichnet, hat einige Aehnlichkeit mit Hörhaaren, eines von Notonectes glaucus im scheinbaren Durchschnitte mit dem Querschnitt der Fadenhaare von Carcinus. Einmal endlich wird bei den Haaren von Dytiscus von einem »filament nettement desiné comme le serait un filet nerveux« gesprochen. Ich kann in der Abbildung durchaus nichts Nervenähnliches erkennen.

Leider weiss ich die beiden eben citirten Arbeiten für uns in keiner Weise zu verwerthen; anders mit derjenigen von *Campbell de Morgan*[2]). Dieser giebt nämlich nach eingehender Berücksichtigung der Literatur die Verhältnisse der Haarneubildung durch Beschreibung und Zeichnung ziemlich vollständig an, er hat mehrere Stadien der Neubildung vor sich gehabt, ja ist sogar so vertraut mit seinem Object geworden, dass er fand, wie beim Ausreissen des Haares die Scheide (unser Haartubus) oft mit herausgezogen wird, aber dass dies alles mit der Häutung und Neubildung der Haare zusammenhängt, ist ihm gar nicht in den Sinn gekommen! Ebendarum ist wohl diese naive und so leicht zugängliche Darstellung eine gute Bestätigung meiner Angabe, die ich allen Zweiflern empfehlen darf!

Ein specielleres Referat glaube ich unterlassen zu dürfen; es wird eben beschrieben, wie bei dem Thier die Tuben so blass und zart, bei jenem deutlicher und aus Chitin gebildet; wie hier die in die alten Haare hereinragenden Spitzen einfach, dort mehrfach gefasert, ja zuweilen sogar gefiedert seien, kurz eine grosse Menge von Thatsachen, die uns ganz bedeutungslos geworden sind. Der Autor hat die Nerven ganz wohl gesehen und hier und da bis in die Nähe der Haare verfolgt, über ein wirkliches Ende oder über Chorden findet sich keine positive Angabe.

1) Revue et Magasin d. Zool. 1851. p. 289.

2) On the Structure and Functions of the Hairs of the Crustacea. Philosophical Transactions 1859.

Untersuchung von Spiritusexemplaren.

Die nun folgenden Untersuchungen einer Reihe von Krebsen können vielleicht trotz grosser Unvollständigkeit dazu beitragen, eine freiere Uebersicht über unser Thema zu gewähren. Einzig durch die Liberalität des Herrn Professor *Behn* ist es mir möglich geworden, die Zahl der beobachteten Krebse um ein Bedeutendes zu vermehren. Nun aber bleibt die Untersuchung an Spirituspräparaten und bei doch beschränkter Zahl der Objecte stets nur recht unvollkommen und das ist der Grund, weshalb ich hier die Resultate gesondert gebe. Es handelt sich zwar nur um Chitingebilde, aber es ist eine der angreifendsten Arbeiten z. B. bei einem Grapsus oder Myctiris die Haare zu mikroskopiren, ja auch nur zu entscheiden, ob von einem vorliegenden Porencanal ein Haar abgeht oder schon abgerissen ist, und die Chorden bekommt man auffallend schwer zu sehen; trotzdem traue man immerhin meinen positiven Angaben, übersehen habe ich vielleicht Vieles. Namentlich die Angaben über die Otolithen und die Erforschung feiner und blasser Haarspitzen sind durch Spiritusniederschläge etwas getrübt. Bei allen Thieren habe ich auch nach den Riechhaaren gesehen, wo ich davon schweige, verhalten sie sich wie gewöhnlich.

Indem wir mit den niederen Formen beginnen, wollen wir zunächst über Phyllosoma, Alima, Erichthus und die Haare von Carcinus maenas berichten.

Phyllosoma. Ueber dieses Thier besitzen wir bereits eine Angabe von *Krøyer*[1], wonach zwei Hörsteine unter dem Rückenschild in der Hirnmasse verborgen sich befinden. Um dieselben zu sehen, sollte jedoch eine Compression nöthig sein, die nicht geschehen durfte. Unter unseren Thieren fand sich ein Glas mit kleinen recht durchsichtigen Individuen, die jedoch von den erwähnten Steinen nichts zeigten. Dagegen fanden sich auf der inneren, nicht aber der äusseren Antenne spärliche, kurze, gefiederte Haare. Diese sassen in weiten Porencanälen, ganz wie die Hörhaare von Carcinus in ihren Bechern. An eines derselben habe ich zweifellos einen langen Faden heranverfolgt, den ich mit Bestimmtheit für eine Chorda halte. Es scheint unbedenklich, in sie herein die Hörfunction des Thieres zu verlegen, da am übrigen Körper keine mit Hörhaaren zu vergleichende Anhänge aufzufinden waren.

Alima gracilis M. Edw. Nach einer Ohrhöhle oder Otolithen ward vergeblich gesucht. Auf der äusseren Seite der Antenne finden sich eine geringe Anzahl von 0,05 mm. langen, feinen, gefiederten Haaren, die Einpflanzung derselben in die dicke Schale des Thiers und ihre Beweglichkeit machen es mir wahrscheinlich, dass wir hier Hörhaare vor uns haben. Am ganzen übrigen Thier waren keine entsprechenden Haare aufzufinden.

1) loc. cit. pag. 288 Anmerk.

Erichthus sp.? Dies Thier verhält sich genau ebenso wie Alima, nur stehen die Haare an den betreffenden Stellen dichter und zahlreicher.

Erichthusform der Larve von Carcinus maenas. Eine Larve der dritten oder vierten Häutung hatte ich mir seit einiger Zeit in Liquor aufbewahrt, leider gingen davon durch mein Ungeschick die inneren Antennen verloren, ehe ich die Basen derselben deutlich gesehen hatte. Auf dem Schwanze bemerkte ich an jedem der 4 (?) ersten Glieder je 2 kurze scheinbar gefiederte Haare, die in einem weiten Porencanal, der auf der einen Seite eine Wulstung (Zahn) zeigte, aufsassen. Gerade so sind die Hörhaare eingepflanzt und da der übrige Körper des Thieres nichts Aehnliches zeigte, spreche ich sie als schallempfindende Apparate an.

Alle beschriebenen Thiere besitzen jedenfalls nur ein sehr rudimentäres Gehörorgan, ebenso freilich sind auch die Riechhaare nur sehr spärlich. Bekanntlich ist man geneigt, die ersten drei für Larven zu halten, vermuthet man richtig, so würde diese geringe Entwicklung der Sinnesorgane einfach erklärt sein.

Leucifer Thomps. Dies Thier ist so oft schon untersucht, dass eine Bestätigung des Befundes weiter nicht nöthig ist. Der Otolith liegt in einer geräumigen Höhle, in der er hoch an der Decke schwebend gehalten wird. Er ist rund, etwas abgeplattet und bricht das Licht sehr stark. Die Untersuchung des isolirten Steins ergiebt, dass er weich und sehr leicht zerquetschbar ist, dass er ferner bei einem geringen Natronzusatze sich augenblicklich spurlos auflöst, durch verdünnte Salzsäure dagegen erst zu einem Tropfen einschmilzt, um dann auch zu vergehen. Bringt man den Stein isolirt auf ein Deckglas und glüht, so hinterlässt er keinen nennenswerthen Rückstand. Er besteht also ganz aus einer eigenthümlichen organischen Materie. In den Otolithen hinein gehen, in nicht grosser Anzahl, lange, winklig gebogene Haare, die ihn tragen. Dieselben ziehen sich bei unvorsichtiger Präparation intact aus dem Stein heraus. An ihrer geblähten Basis findet sich ein deutlicher Zahn, ihre grosse Feinheit verwehrt eine eingehendere Beschreibung. Auf der freien Fläche der Antenne finden sich nur an zwei Stellen Hörhaare mit kugeliger Basis, auf dem Sacke und dicht vor der Spaltung der Antenne in die Geisseln. Der mittlere Schwanzanhang zeigt zwar eben solche Auftreibung wie der von Mysis, aber keinen Stein darin. Auf dem Schwanze findet sich kein Hörhaar.

Sergestes atlanticus M. Edw. Die grossen von *Krøyer* entdeckten Otolithen dieses Thiers verhalten sich wie jene von Leucifer. Die Haare im Otolithensack, die gekrümmt sind und wohl alle an den Stein gehen mögen, stehen in 2 Längs- und 3 diese durchkreuzenden Querreihen, sie sind verschieden gross, mit deutlicher Kugel versehen, mindestens 58 an der Zahl. Auf der Fläche des Dorns finden sich 7 freie Hörhaare, der ersten Querreihe entsprechend 5, an einzelne derselben sah ich die Chorda herangehen. Die Riechhaare sitzen den Zeichnungen

Krøyer's entsprechend nur an der geschwollenen Basis der Hauptgeissel der inneren Antenne.

Durch die letzten beiden Thiere ist die Mannichfaltigkeit der Otolithen bei den Krebsen zu einer verwunderungswürdigen Höhe gediehen. Ich dachte zunächst, es könne dabei eine lösende Wirkung des Spiritus in Betracht kommen, doch besassen sehr lange aufbewahrte Mysis unseres Hafens ihre Otolithen ganz unverändert. Es finden sich hier also wirklich recht bedeutende und vorläufig nicht recht verständliche Unterschiede, darum wieder das Gehörorgan von Mysis anzufechten oder in meinen bezüglichen, so einfachen Reactionen einen Irrthum zu vermuthen, möchte nicht richtig sein.

Thysanopoda (tricuspida?) M. Edw. Schon *Krøyer* giebt an, dass ein Hörsack diesem Thiere fehle, ich kann das bestätigen, jedoch finden sich auf der inneren Antenne mindestens 3 Querreihen von Hörhaaren. Auf dem Schwanze finden sich auch hier keine. Die Riechhaare sitzen büschelförmig an der Wurzel der einen Geissel. *Krøyer* hat gewisse kugelige Bildungen, die sich am Thorax und Abdomen dieser Thiere vorfinden, sehr genau beschrieben und ist zweifelhaft, ob er sie nicht etwa als Otolithen zu deuten habe. Diese Organe fand ich wieder, jedoch wollte es mir nicht glücken, recht in ihren Bau einzudringen. Sie für Gehörorgane zu erklären, fand ich jedoch keinen Anhaltspunkt und glaube deshalb eher, dass *Krøyer* das Richtige getroffen hat, wenn er sie mit Leuchtorganen zusammenstellt.

Hippolyte Leach sp. var. Ueber die Otolithen dieses Thiers sind, wie man sich erinnern wird, von *Leuckart* und *Krøyer* widersprechende Angaben gemacht, daher war ich auf den Befund hier sehr gespannt. Zu meiner Verwunderung fand ich, dass die untersuchten drei Species, welche sämmtlich keine Orbita hatten, wohl freie Hörhaare auf Antenne und Schwanzanhang, dagegen weder Hörblase noch Otolithen besassen [1].

Dieser Befund ist verglichen mit dem eingangs beschriebenen von einer kleinen lebenden Hippolyte mit Orbita etwas räthselhaft, es handelt sich wahrscheinlich um zwei auseinander zu haltende Genera.

Pandalus Leach sp.? Island. Auch hier wollten sich, entgegen den Angaben *Krøyer*'s, weder Hörblase noch Otolithen finden lassen, dagegen sind auf seiner Antenne die gewöhnlichen Hörhaare vorhanden. Vielleicht dienen auch noch andere eigenthümliche Haare der Hörfunction.

Obigen drei Thieren darf man wohl nur ein ziemlich stumpfes Ge-

1) Es schien Pflicht, nach Kräften diesen Gegenstand aufzuklären und ich wandte mich daher mit der Bitte an die Herren Prof. *Krøyer* und *Leuckart*, mir ein betreffendes Thier zuzusenden. *Krøyer* hatte die grosse Freundlichkeit, mir Hippolyte aculeata Fabr. zu senden. Auch an diesem Thier war es mir nicht möglich, Otolithen oder Hörblase nachzuweisen, weshalb ich zu meinem besondern Bedauern den betreffenden Angaben von *Krøyer* widersprechen muss. *Leuckart* hatte, wie er freundlichst mittheilte, keine H. viridis mehr in seinem Besitz, so dass also noch weitere Nachrichten über dieses Thier zu wünschen bleiben.

hör zuerkennen, denn nach allem darf man vermuthen, dass die Schärfe des Gehörs von der Anwesenheit der Otolithen bedingt wird.

Alpheus Fabr. sp.? Nikobaren (Fig. 45). Dies Thier besitzt einen sehr entwickelten Gehörsack, er ist weit, von ovaler Form und liegt in der inneren Antenne. Der Eingang in denselben ist gleichfalls weit und relativ frei. Der Seitendorn nämlich ist ähnlich wie bei Crangon zu einem mehr selbstständigen Blatt geworden und kommt an die Ohröffnung nicht heran, dagegen wird diese durch, vom hinteren Rande vorspringende, Schutzhaare gedeckt.

Die Höhle selbst zerfällt in zwei Abtheilungen, eine hintere, in der Steine angehäuft liegen und eine vordere, die leer ist. Auf ihrer unteren sowohl wie seitlichen Wand stehen zwei Arten Haare, die einen haben die Otolithen zu tragen und bilden an der Unterwand der hinteren Abtheilung ein weites Oval. Ich habe sie leider nicht gezählt, doch sind es mindestens 40. Ihre ganze Länge konnte nicht bestimmt werden, jedoch bis zur Einknickung (Ende der Lingula) dieser Hakenhaare finde ich 0,05—0,0635 mm. Länge und von Lingula bis Gegenzahn 0,0075—0,0125 mm. Breite, je nach der Ordnung im Oval; jedoch die Messung war unsicher.

Die Form der Haare ist nun gerade so wie die der Otolithenhaare von Palaemon, weil sie aber grösser sind, lassen sie sich weit leichter beobachten. Die Haarkugel ist sehr deutlich, sie entspringt von einem niedrigen Ring um den Porencanal herum. Der Zahn ist durch einen ziemlich breiten Streifen der Membran f' von dem Haarschaft getrennt. Die Lingula liegt, an ihrer Dünnheit kenntlich, auf der den Otolithen zugekehrten Seite des Haarschaftes und zeigt wie bei Palaemon am Anfang einen glänzenden Knoten, der für die Chorda bestimmt sein wird. Die Fiederseite des Haares ist auch hier dickwandig und verengt durch ihre wolkige Belegmasse, namentlich am Anfange des Schaftes, das Lumen des Haares sehr. Die Haarspitze ist gefiedert.

Die zweite Art Haare (Fig. 45 *B*. *C*.) ist nach aussen von den Otolithen und namentlich im vorderen leeren Raum in grosser Menge vorhanden. Sie ist 0,5—0,15 mm. lang und 0,01—0,005mm. breit, den Gruppenhaaren von Carcinus maenas ähnlich, nur gestreckter. Die Haare sind einem Becher 𝔥 eingepflanzt, dessen Wände auf der Innenseite eine Vorragung *B*, *a*. besitzen, von dieser aus scheint die dünne Membran f zu entspringen, die an den Haarschaft geht und ihn trägt. Bei Seitenansichten, namentlich der grossen Haare *C*, fällt es auf, dass die eine Wand bedeutend dünner ist wie die andere, die dünnere entspricht der Lingula l, die dickere der Fiederseite des Haares.

Der Anfang des Haarschaftes ist anscheinend ähnlich ausgehöhlt und verschlossen wie der des Schwimmhaares von Palaemon (Fig. 43 *A*.). Die genauere Beobachtung des Verschlusses ergiebt nun, dass derselbe durch eine Vorragung der wolkigen Belegmasse der Fiederseite gebildet

wird, die an jener Verschlussstelle der Haarhöhlung sich besonders stark entwickelt hat und sogar einen Fortsatz *d* gegen den Anfangstheil der Lingula hinabsendet. Ob dieser Apparat etwa zur Dämpfung dienen soll, ob er etwa auch bei der Ausstülpung des Haares die Chorda an die Lingula heranzudrängen und somit ihre Verwachsung an richtiger Stelle zu sichern hat, steht zu erwägen.

Das Verhalten, von dem Andeutungen sich auch schon an den Otolithenhaaren von Alpheus finden, dürfte, einmal erkannt, sich als ein nicht nur den Hörhaaren, sondern allen Haarsorten gemeinsames, aber je nach der Function modificirtes sich herausstellen.

Es bedarf einer durch grosse Reihen von Haaren durchgeführten Untersuchung, um den Gegenstand zu übersehen, weshalb ich mich weiterer Reflexionen zu enthalten habe.

Auf der freien Oberfläche der Antennen stehen einige der gewöhnlichen Hörhaare.

Pagurus Fabr. (Fig. 46). Schon *Farre* beschreibt und zeichnet das Hörorgan dieses Krebses, daher können wir in Hinsicht auf Form des Hörsackes und der Otolithen auf ihn verweisen. Die Haare sind in Reihen angeordnet, stehen aber im Uebrigen ziemlich unregelmässig vertheilt, alle sind gerade und von derselben Bildung, nur ihre Grösse variirt etwas. Auffallend ist an ihnen namentlich die Form der Basis. Aus einer relativ weiten tellerförmigen Vertiefung der Sackhaut 𝔥, welche dem Haarbecher entspricht, erhebt sich ein starker Knopf etwas über die Fläche der Haut hinaus (*a*) Ob dieser ganz hohl ist oder mehr solide und nur von einem engen Porencanal durchbohrt, liess sich nicht sicher ausmachen. Von der oberen Fläche desselben entspringt die Kugelmembran f, die, irre ich nicht, auf ihrer einen Seite verdickt ist, d. h. dort den Zahn bildet. Das Hörhaar zeigt deutlich die convexe Lingulafläche, ebenso ist an seinem unteren Abschnitte der Unterschied einer dünnen Haarwand (Lingulaseite) und einer dickeren (Fiederseite) ganz wohl bei entsprechender Lage nachzuweisen.

Porcellana Lamk. Der Hörsack liegt in der inneren Antenne; diese selbst zeigt auf ihrer Oberfläche eine Reihe ausserordentlich starker hohler Haare, die an der Stelle stehen, wo sich die Antennenhaut nach innen umstülpt, wahrscheinlich schützen diese Haare eine Oeffnung des Sackes, die aber nicht nachgewiesen werden konnte. Der Hörsack ist überall dünnwandig, aber nicht rund, sondern durch eine Ausstülpung (Recessus) an seinem Grunde und durch eine Vorbucklung der einen seiner Seitenwände etwas unregelmässig geformt. Es finden sich in ihm wesentlich drei Haarsorten.

Auf dem Buckel verstreut sitzen 0,0225 mm. im Durchschnitt lange, spitz auslaufende, glänzende und ungefiederte Haare, die aus weitem Porencanal entspringen.

Ausser dieser, mit den Gruppenhaaren von Carcinus zu vergleichen-

den Art, läuft über die Fläche des Buckels hin eine einfache Reihe von 26 sehr feinen, 0,12 mm. langen, Fadenhaaren. Dieselben sind an der Basis mit einem lichtbrechenden Punkte versehen, platt und kehren sich ihre schmalen Kanten so zu, dass sie einen durchbrochenen, vorragenden Wall, eine Art Stacket bilden, welcher in den Hörsack vorspringt. Am unteren Ende dieser Reihe finden sich in wenig geänderter Richtung fortlaufend noch 10 weitere, gesperrter stehende Haare, welche in den Recessus sich hinein erstrecken. Sie sind breiter und kürzer wie die Fiederhaare, vielleicht auch gekrümmt und eingeknickt und ähneln somit den Hakenhaaren von Carcinus.

Von den untersten dieser Haare aus läuft nun wieder eine Reihe von 18 ziemlich starken auch 0,12 mm. langen Haaren zurück, welche, in einer Reihe stehend, mit ihrem weiten Porencanal durch eine lange Membran, vielleicht durch eine wirklich vorragende Haarkugel verbunden sind. Die Haare selbst sind gerade, mit deutlicher Lingula und langen, sehr zarten Fiedern versehen. Sie und die vorhererwähnten 10 ragen, wenn mich nicht ein Spiritusniederschlag arg täuschte, in eine im Recessus liegende Steinmasse hinein. Auf dem Schwanze finden sich keine gewöhnlichen Hörhaare.

Hippa Fabr. Ganz hinten in der inneren Antenne findet sich ein complicirt gewundener Sack ohne Otolithen. Es sind in demselben über 100 Haare vorhanden; von diesen stehen 45 in einer Gruppe und sind wie die Gruppenhaare von Carcinus maenas gebaut, nur ist ihr Anfangstheil sehr stark glänzend. Die übrigen Haare sind in Reihen angeordnet, aber so fein und blass, dass ich sie nur mit Wahrscheinlichkeit für Fadenhaare anspreche.

Diese Feinheit der Hörhaare ist um so merkwürdiger, als die Haare der Oberfläche sich gerade durch ihren groben Bau auszeichnen. An den Stellen, wo sonst Riechhaare sich finden, stehen hier nur grobgefiederte Schäfte mit Zuspitzung zwar ihres Endes, aber ohne jenes auffallend glänzende Korn. Es scheint mehr als zweifelhaft, ob dies Riechhaare sind, und sonst fand sich nirgends etwas in dieser Richtung zu Deutendes. Man muss aus dem Bau der äusseren Antenne schliessen, dass die Hippa nach lebender Beute auf der Lauer liegt, also dazu wenigstens der Riechhaare nicht sehr bedürfen wird.

Die nun zu beschreibenden, in der Luft lebenden Thiere möchten wohl das entwickeltste Gehörorgan von allen Krebsen haben.

Gelasimus Latr. (Fig. 47.). Die untersuchte Species dieses kleinen Krebses birgt in ihrer inneren Antenne nach ungefährer Zählung jederseits 176 Hörhaare und zwar wiederum drei verschiedene Arten, aber keine Otolithen.

In der einen Ecke des Sackes stehen 15 Gruppenhaare, welche nichts besonders Ausgezeichnetes vor anderen Formen ihrer Art voraus haben. Ferner stehen in einer einzigen 0,5815 mm. langen Reihe, die

mehr als die halbe Peripherie des Sackes quer umspannt, 73 Fadenhaare ziemlich dicht neben einander wie nach der Schnur aufgereiht. Diese Haare (Fig. 47 *A.*) sind an ihrem Anfangstheil abgeplattet, wenn sich gleich an dem unteren Ende selbst ein kleiner Knoten findet, und stehen mit ihren schmalen Kanten einander zugekehrt. Nach der Spitze zu runden sie sich allmählich ab und bilden dann in sich ein glänzendes, längliches, scheinbar das Lumen des Haares abschliessendes Korn *b*, von diesem ab setzt sich das Haar noch etwa um $^1/_5$ der ganzen Länge fort, um dann ohne besondere Zuspitzung aufzuhören. Die Haare sind 0,2 mm. lang, doch könnten sie an dem einen Ende der Reihe wohl um etwas kürzer sein.

Die dritte Art Haare (Fig. 47 *B.*) scheint den Hakenhaaren von Carcinus zu entsprechen, doch ist sie hier von den Fadenhaaren nur durch etwas grössere Breite und Stärke zu unterscheiden. Dabei stehen aber diese Haare unregelmässig auf einem bestimmten Bezirk zerstreut, 88 an Zahl, wahrscheinlich noch zahlreicher.

Die Riechhaare der Antennen sind sehr spärlich (6—10), kurz und rudimentär.

Ocypoda Fabr. Was die Form der Haare betrifft, verhält sich dies Thier wie Gelasimus, doch sind die Haare vielleicht noch zarter. Die Gruppenhaare sind hier auch sogar in einer einfachen, aber etwas gebogenen Reihe angeordnet, doch wird man sie ihrer gröberen Form wegen nicht mit den anderen Haarsorten verwechseln können. Die Fadenhaare stehen in sehr langer, einfacher Reihe ganz dicht neben einander und sind daher wohl noch reichlicher wie bei dem vorigen Krebs. Die nicht gekrümmten »Hakenhaare« sind auch hier zahlreich, Otolithen fehlen. Glieder der inneren Antenne und Riechhaare vermisste ich ganz.

Grapsus Lamk. verhält sich ganz ähnlich wie die beiden vorhergehenden.

Sesarma Say (Fig. 48 *A.*). Nach den Haaren dieses Krebses möchte man schliessen, dass er häufiger im Wasser zu hören hat wie die drei vorigen Arten. Er hat mindestens 154 Hörhaare und zwar wiederum die drei Formen. Die Gruppenhaare, 33 an Zahl, sind lang, gerade und enden mit einem glänzenden Knopfe an der etwas umgebogenen Spitze, ganz ähnlich wie die in der Figur gezeichneten Hakenhaare. 51 Fadenhaare stehen in langer Reihe auf einem ziemlich scharfen Kamm, diese verhalten sich ganz so wie bei Gelasimus, nur das glänzende Knötchen mangelt ihnen, ihre Länge ist 0,2 mm., ihre grösste Breite 0,0057 mm. Die Hakenhaare (Fig. 48 *A.*) sind sehr klein und kurz 0,02 mm., sie sind hakenförmig umgebogen und tragen an ihrer Spitze wiederum die Narbe n wie die Gruppenhaare; jedoch es wäre möglich, dass das Haar sich noch über diesen Knopf hinaus fortsetzt. Von den Riechhaaren habe ich nichts notirt.

Nautilograpsus M. Edw. Dieser verhält sich nur insofern ab-

weichend von Sesarma, als den Haaren die glänzenden Knöpfe, trotzdem dass sich auch hier die Spitze eine Strecke vor dem Ende ganz abrundet und verdünnt, völlig fehlen; auch habe ich notirt, dass man einen Otolithenplatz (an den Poren) unterscheiden könne, was bei dem vorigen nicht so der Fall war.

Es ist mir von Bedeutung, dass das untersuchte Thier aus dem Mare di Sargasso stammt, also entschiedener Wasserbewohner ist, denn gerade in jenen glänzenden, offenbar soliden und die Spitze des Haares gewichtiger machenden Körnern scheint mir ein gewisser Anschluss an die supponirten Gehörorgane der Insecten zu liegen, allerdings ist die Analogie nur sehr schwach.

Das Gehörorgan der beiden folgenden Thiere scheint rudimentär zu sein.

Pinnotheres pisum Latr. Es sind im Hörsack des ♀ ziemlich lange Gruppenhaare in einiger Menge vorhanden, ausserdem lässt sich auch noch eine Reihe von 5 grossen Porencanälen (Haarbechern) erkennen, deren Haare aber nachzuweisen mir nicht recht glücken will. Ich sehe wohl Fäden davon entspringen, aber diese sind so fein, als wenn es recht dicke Chorden wären.

Myctiris Latr. Die eine freie Fläche der inneren Antenne ist reich mit gefiederten Haaren versehen, in denen Hörhaare zu erblicken ich besonders geneigt bin; übrigens zeigen auch die meisten anderen Brachyuren und Porcellana Aehnliches. Im Hörsack scheinen sich nur Hakenhaare vorzufinden. Einige davon sind grösser und stehen mehr isolirt, andere sind in Reihen geordnet, aber haben auch nur die Form von Hakenhaaren. Die folgenden Glieder der inneren Antenne sind rudimentär, Riechhaare wurden nicht sicher aufgefunden.

Die nun folgenden Thiere nähern sich dem Typus von Carcinus immer mehr.

Lupea pelagica? Leach. Der Hörsack zerfällt sehr deutlich in einen vertikalen und horizontalen Theil. Der Buckel ist vorhanden, dagegen ist an Stelle des Hammers von Carcinus eine mehr gleichförmig verdickte Leiste der Sackwand aufgetreten, die sich in der Function mit dem Hammer gleich verhält. Die Halbcanäle sind nicht sehr in die Augen springend, die innere Oberfläche des Sackes ist höckerig. Die Gruppenhaare stehen wiederum in der lateralen vorderen Ecke des Sackes, jedoch sind sie in einer doppelt besetzten Bogenlinie angeordnet. Sie sind 0,3188 mm. lang und platt, ihre Breite nämlich beträgt 0,01587 mm., ihre Dicke 0,00187 mm. Ihre Spitze ist lanzettförmig und mit einer kleinen lichtbrechenden Narbe versehen.

Die Fadenhaare sind wie bei Carcinus angeordnet, sie sind recht fein, ihre Spitze war leider stets verhüllt.

Der Otolithenplatz ist stark ausgebuchtet, die Haare um denselben sind Hakenhaare wie bei Carcinus.

Platycarcinus pagurus, grosses Exemplar. Der verhältnissmässig kleine Hörsack zeigt keine bemerkenswerthen Verschiedenheiten von dem eben besprochenen. Die Gruppenhaare, ca. 70 an Zahl, stehen in der einen Ecke sehr gesperrt, auch auf dem Buckel stehen 36 Fadenhaare nur in sehr lichter Reihe. Letztere sind verhältnissmässig grob und kurz; 0,0075 mm. breit und 0,2625 mm. lang, an der Spitze gefiedert.

Der Otolithenplatz ist oval, aber nicht sehr auffallend, d. i. die charakteristischen Porencanäle hören nicht plötzlich auf, sondern verlieren sich allmählich.

Die Hakenhaare sind wie bei Carcinus.

Pilumnus Leach. Die drei Haararten finden sich auch hier in der bekannten Anordnung vor. Die Gruppenhaare sind wenig abgeplattet, an ihrer Spitze findet sich die glänzende Narbe. Die Fadenhaare, einige 30 an Zahl, sind sehr lang, an der Spitze verhalten sie sich wahrscheinlich so wie die von Carcinus, in der Mitte etwa ihrer Länge haben sie eine kleine Anschwellung, die an das Verhalten bei Gelasimus erinnert, nur ist bei Pilumnus die Anschwellung undeutlicher und namentlich nicht glänzend. Der Otolithenplatz ist deutlich, die Hakenhaare um ihn haben auf der Spitze einen kleinen Knopf.

Chlorodius Leach. Das Verhalten ist wie das von Carcinus beschriebene. Nur die Gruppenhaare sind erwähnenswerth. Sie stehen nämlich von einander getrennt in einem grösseren und kleineren Haufen, sind ausserdem an ihrer Kante mit zwei blassen steifen Fiedern versehen und haben eine verdickte Stelle, die Narbe ganz seitlich an ihrer Spitze ansitzend; die Kugelmembran ist besonders deutlich wahrzunehmen.

Trapezia Latr. Der Otolithensack dieses zierlichen Krebses ist nur wenig von demjenigen von Carcinus verschieden. Der Buckel ist namentlich nicht oval, sondern halbmondförmig ausgeschnitten. In allen übrigen Theilen haben sich keine Unterschiede herausgestellt.

Hyas araneus Leach (Fig. 48 *B*). Diese Dreieckkrappe hat ein wenig entwickeltes Gehörorgan. Wir finden im Hörsack nur eine grosse Anzahl Gruppenhaare, welche, wie die Fig. zeigt, rundlich aus weitem und langem Porencanal *p* beginnen, sehr blass und sehr platt werden und mit der Narbe *n* enden. An diesem Thier fand ich Haartuben entwickelt. Auf der inneren Antenne selbst sassen viele Haare auf, die mit Hörhaaren nahe verwandt schienen.

So wenig vollständig auch zu meinem grossen Leidwesen die vorliegende Reihe ist, scheint es doch am Platze, die Resultate übersichtlich zu ordnen. Das Zeichen + bedeutet, dass Haare in nicht näher bestimmter Zahl vorhanden sind, 0 dass sicher keine vorhanden waren. Die

Buchstaben *F* dass *Farre*, *S* dass *v. Siebold*, *L* dass *Leuckart*, *K* dass *Krøyer* und *H* dass ich das Thier untersucht habe.

	Untersuchtes Thier	Autor	Otolithenhaare		Freie Hörhaare d. Antenne		Freie Hörhaare d. Schwanzes	
			Zahl	Maass mm.	Zahl	Maass mm.	Zahl	Maass mm.
Ein Otolith in der Hörblase	Leucifer	*Souleyet* *Huxley* *K. L. H.*	+		3		0	
	Sergestes	*K. H.*	58		12		0	
	Mysis	*L. u. Frey* *K. H.*	57	0,06—0,08	26		55	
	Hippolyte	*L. H.*	+		+		?	
	Mastigopus	*L.*	?		?		?	
Keine Otolith. u. keine Hörblase	Alima	*H.*	0		+	0,05	0	
	Erichthus	*H.*	0		+	0,05	0	
	Phyllosoma	*K. H.*	0		+		0	
	Thysanopoda	*K. H.*	0		+		0	
	Hippolyte	*K. H.*	0		+		+	
	Pandalus	*K. H.*	0		+		?	
Blase mit vielen Otolithen	Palaemon	*S. L.* *K. H.*	40 ca.	0,09	120 ca.	0,06 – 0,1	130	0,04 – 0,08
	Pasiphea	*Leydig* *L.*	?		?		?	
	Alpheus	*H.*	+		+		?	
	Crangon	*K. H.*	7	0,075	45		71	
	Astacus	*F. L.* *K. H.*	+		?		?	
	Gebia	*H.*	+		?		+	
	Pagurus	*F. K. H.*	+		?		?	
	Palinurus	*F. K.*	+		?		?	
	Nephrops	*S. K.*	?		?		?	
	Lithodes	*K.*	?		?		?	
			Hakenhaare		Fadenhaare		Gruppenhaare	
?	Porcellana	*H.*	28	0,12	26	0,12	9	0,225
Hörblase geschlossen ohne Otolithen	Hippa	*H.*	55		0		45	
	Pinnotheres	*H.*	?		?		+	
	Myctiris	*H.*	+		0		0	
	Gelasimus	*H.*	88		73	0,2	15	
	Ocypoda	*H.*	+		+		+	
	Grapsus	*H.*	+		+		+	
	Nautilograpsus	*H.*	+		+		+	
	Sesarma	*H.*	+	0,02	51	0,2	33	
	Lupea	*H.*	+		+		+	0,3
	Platycarcinus	*H.*	+		36	0,26	70	
	Pilumnus	*H.*	+		30		+	
	Chlorodius	*H.*	+		+		+	
	Trapezia	*H.*	+		+		+	
	Carcinus	*H.*	30	0,05	46 39	0,338 0,13	200 28	
	Hyas	*H.*	0		0		+	

Vorstehender Tabelle gegenüber empfinde ich wiederum recht lebhaft die Unvollkommenheit meiner Untersuchung.

Wenn man von der Frage ausgeht, ob jedes Haar wohl einem Tone entsprechen könnte, so ist so gut wie Nichts entschieden, ja vielleicht

sogar ein Entscheid gegen diese Ansicht durch die immerhin schon ersichtlichen starken Verschiedenheiten der Haare und ihrer Maasse gegeben. Ob diese sich nun bei genauerer Untersuchung stärker herausgestellt haben würden oder nicht, steht dahin. Ein Umstand ist jedoch vorhanden, der die Ungründlichkeit der Tabelle weniger fühlbar zu machen geeignet ist. Die Zählungen und vor Allem die Messungen sind so schwierig, letzteres namentlich wegen der sogar selten völlig horizontalen und gestreckten Lage auch nur weniger Haare, dass es geradezu nicht geht, an Spirituspräparaten Maasse zu gewinnen, wie sie zur Vergleichung z. B. mit der Schwingungszahl der Töne u. s. w. nöthig zu sein scheinen. Dann ist es aber sehr fraglich, welche Maasse eigentlich in akustischer Hinsicht in Betracht kommen; es würde wirklich eine solche Tabelle leicht eine hemmende Spielerei mit Zahlen geworden sein. Die Untersuchung einer einzigen Thierspecies auf die Grösse der Haare und deren einzelne Maasse von Jung und Alt verglichen mit den Eigentönen des einzelnen Haares würde eine Basis sein, die alle anderen Maasse unnütz machen müsste. Eine solche Untersuchung konnte ich nicht mehr machen, denn sie auch nur zu versuchen würde verkehrt gewesen sein, allein schon weil mir ein Apparat, reine Töne zu erzeugen, fehlt.

Zum Abschluss des anatomischen Theils würde es nun noch erübrigen zu untersuchen, wie sich unsere Befunde zu den Verhältnissen anderer Thiere stellen. Zunächst liegt nahe, nach den niederen Krebsen zu fragen. Diese habe ich zwar darauf angesehen, da ich jedoch fand, dass klare und sichere Beobachtungen hinsichtlich der Chorden nicht gleich zu machen waren, dehnte ich meine Untersuchungen nicht auf sie aus. Nach den Beobachtungen *Leydig*'s scheinen mir mit Wahrscheinlichkeit die Haare Hörapparate zu sein, welche er als mit Nerven verbundene von Branchipus stagnalis[1]) zeichnet, welche sich am Kopfe von Lynceus[2]) vorfinden und welche von Asellus aquaticus[3]) an der inneren Antenne durch denselben Autor aufgefunden und beschrieben sind. Was die Insecten betrifft, scheinen mir jene von *Leydig* beschriebenen Nerven aufliegenden Haare der Larve von Corethra plumicornis[1]) hierher zu gehören, welche mit einem federnden Apparate an der Basis versehen sind. Ferner scheinen mir namentlich die mit Haaren besetzten Höhlen der inneren Antenne von Musca vomitoria[3]) in dieser Hinsicht beachtenswerth, ebenso gewisse Bildungen der Endcylinder der Palpen.

Die sehr schwer zu erforschende, offenbar auch noch nicht spruchreif erforschte Structur der Bein- und Flügelorgane der Insecten scheint mir nicht zur Annahme einer Gehörfunction dieser Organe zu zwingen; dagegen ist die wechselnde Lage der letzteren, welche dann in der Luft

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie 1851 pag. 280 u. pag. 435.

2) Daphniden.

3) *Müller*'s Archiv 1860 Taf. VIII. Fig. 4. 6, Fig. 9 *b*.

ausgespannt, dann unter den Flügeldecken verborgen, dann bewegt, dann wieder ruhend sich verhalten, für ein Gehörorgan sehr auffallend.

Trotzdem jedoch ist anzuerkennen, dass der Apparat, den Manche als Kraftmesser auffassen wollen, dem Princip der Hörhaare nicht ferne wird stehen können, und daher einigermaassen mit unserem Krebsgehör wird übereinstimmen müssen.

Bemerken muss ich, dass ich nur das Organ vom Maikäfer näher kenne (dessen Function durch Exstirpirung leicht zu prüfen sein dürfte) und dass ich den so ausserordentlich reichen Angaben *Leydig*'s gerade so wie meine Leser gegenüberstehe, dass folglich meine Ansichten darüber nur unmaassgeblicher Natur sind.

Des Ohr's der Wirbelthiere darf ich nur mit wenigen Worten gedenken. Es sind bekanntlich in der Ampulle lange feine Haare vorhanden, die wohl mit den Haaren der Krebse verglichen werden könnten. Wie dieselben sich zu den Nerven verhalten, ist von *F. E. Schulze*[1]) näher beschrieben, der angiebt, sie seien selbst die Nervenenden. Wahrscheinlich habe ich dieselben Fische wie dieser Autor untersucht, konnte aber das Verhalten nicht überzeugend wahrnehmen. Die betreffenden Präparate sind ohnehin so dick, dass trotz vollkommenster Durchsichtigkeit die Beobachtung des Organes in situ noch keine Sicherheit gewähren kann, ob die Nerven sich im Epithel an ein Haar a n l e g e n oder selbst zum Haar werden.

Die Schnecke der Säugethiere ist so complicirt, dass sie nicht wohl in Frage kommt, so lange nicht das Verhältniss der Membrana Corti, deren Lage beim Erwachsenen noch nicht ganz richtig beschrieben wurde, zu den Schallwellen aufgefasst ist, dürfte von ihr für die Theorie des Gehörorganes nicht viel zu erwarten sein.

Der nun folgende

physiologische Theil

der Arbeit hat leider eine so geringe Vollkommenheit erreicht, dass er mehr wie eine vorläufige Mittheilung denn als eine abgeschlossene Behandlung erscheint.

Unsere Aufgabe scheint zunächst in der Beantwortung der folgenden Fragen zu liegen: 1) Können unsere Krebse Töne empfinden? 2) wie hören sie dieselben?

1) Können die Krebse hören?

Dafür finden sich bereits von früheren Autoren Beweise vor, die z. B. *Weber*[2]) zusammengestellt hat; in diesen, die gewiss richtig sind, ist für unsere Zwecke eine Verwechselung mit Erschütterungen oder sogar mit Sehempfindungen nicht genügend ausgeschlossen. Die eigenen Be-

1) Loc. cit.
2) *Weber*, de Aure etc. pag. 106.

obachtungen möchten namentlich im Ganzen genommen mehr Sicherheit gewähren. Gerade die von mir untersuchten Thiere geben ausserordentlich leicht Zeichen der Schallempfindung, jedoch liegt eine gewisse Schwierigkeit darin, einen reinen Schall hervorzurufen. In der Regel wird bei der Uebertragung eines plötzlichen lauten Geräusches in das Wasser des Gefässes auch eine Erschütterung mitlaufen, die den Versuch unrein macht, doch habe ich allen Grund, letztere nicht für wirksam zu halten. Halte ich nämlich meine Hand frei in das Wasser des Aquariums und errege nun durch Schlag auf den Boden der Stube oder die Wandungen des Gefässes ein Geräusch, so fühlt meine Hand davon nicht das Mindeste, nicht einmal die Wellen, die durch Schwingungen der Wandungen auf der Oberfläche des Wassers erzeugt werden, die ohnehin erst relativ spät an sie herankommen. Anders ist es wohl, wenn die Hand die Wandungen des Gefässes berührt, doch solche Versuche kommen nicht in Frage. Ich halte mich überzeugt, Schallreflexe vor mir gehabt zu haben, durch gröbere Erschütterungen nicht getäuscht worden zu sein, und darf dem Leser überlassen, darüber zu urtheilen.

Die Versuche wurden theils in einem Aquarium, theils in grossen Gläsern, einmal an frisch eingefangenen, dann wieder an längere Zeit gehaltenen Thieren gemacht. Wie ich die Vorsicht übte, ein Erschrecken durch den Gesichtssinn und sonst gröbere Täuschungen auszuschliessen, werde ich nicht beschreiben. Für die Hörversuche diente ein Geräusch, welches durch Anschlagen an solche Gegenstände, welche dasselbe dem Wasser zuleiten konnten, erzeugt ward. Trotz ihrer Unvollkommenheit gab ich dieser Art den Vorzug, da sie durch Bequemlichkeit eine grosse Reihe von Versuchen ermöglichte und da Glocken oder Pfeifen, die an der offenen Mündung mit einer Membran versehen, ins Wasser tauchten, Reflexe nur schwach hervorriefen, rein in der Luft erzeugte Töne wirkten nicht, gingen aber auch, wie ich mit dem betreffenden Hörrohr mich zum Ueberfluss überzeugte, nicht ins Wasser über. Die Reaction war ein Sprung des Thieres; es scheint nämlich eine physiologische Einrichtung zu sein, dass sie durch Tonempfindung ungewohnter Art zu einem Sprunge angeregt werden, um nur zunächst einmal ihren Ort zu wechseln und dann eventuell weiter zu fliehen. Sie haben es natürlich in ihrer Gewalt, diese Bewegung vollständig zu unterdrücken, und alte länger gehaltene Garnelen wird man nur selten und für einmal zu einem Sprunge durch Geräusch bewegen können.

Man erhält auf diese Weise mehr negative wie positive Resultate, aber letztere sind zahlreich genug und treten so kräftig und so momentan ein, dass sie nichts zu wünschen übrig lassen.

Palaemon antennarius. Wenn man jüngere Thiere frisch eingefangen in das Aquarium bringt, wird jeder Ton, der vom Fussboden oder von den Wandungen der Gefässe aus erzeugt wird, sie momentan zu einem lebhaften Satz über das Wasser hinaus bewegen, eine Er-

schütterung der Wände ohne Schall lässt sie dagegen ruhig. Lässt man ein Brettchen frei auf dem Wasser treiben und erregt durch Berührung desselben mit einem Stab einen Ton, so erfolgt der Reflex, stösst man das Brett an, nachdem schon der Stab daran gelegt war, erregt also eine Erschütterung ohne Ton, so erfolgt kein Sprung. Dabei ist freilich eine öftere Wiederholung der Versuche nöthig, denn die Thiere sind überhaupt scheu und erschrecken auch vermittelst ihres Gesichtssinnes; eine umsichtige und gewissenhafte Prüfung ergiebt jedoch ohne Schwierigkeit, dass sie hören.

Wenn man eben durch den Ton des erwähnten Brettchens eine grössere Anzahl der frei an der Oberfläche schwimmenden Thiere über das Wasser herauftreibt, oder wenn eine im Aquarium völlig unsichtbare Bewegung meines Fusses am Boden das Gleiche bewirkt, so ist die Hörfähigkeit eigentlich wohl bewiesen.

Wenn man übrigens diese Thiere in mit Strychnin versetztes Salzwasser auf mehrere Stunden hineinbringt, lässt sich der Nachweis ihrer Hörkraft noch besser führen. Dann erzeugen selbst leise Töne im Hause, am Tische oder Glase Reflexe, und man kann das Thier durch wiederholte Töne in entsprechend häufigen Sprüngen im Glase umhertreiben. Dabei ist bemerkenswerth, dass von der äusseren Antenne ein Reflex nicht leicht kommt. Wenn das Thier schon stark vergiftet matt auf der Seite liegt, kann man es mit der Pincette an der äusseren Antenne in die Höhe ziehen, das Glas heben und das Wasser schütteln, es rührt sich nicht; setzt man das Glas nieder und erregt damit oder sonst wie einen Ton, so reisst es sich mit einem mächtigen Schlage los, um machtlos zu Boden zu sinken und dort in tonischen Krämpfen sich zu biegen. Die Thiere werden, nachdem sie einzig noch athmend aber fast bewegungslos auf dem Boden des Glases lagen, sich allmählich beleben, wenn man sie in reines Wasser setzt. Dann ist es interessant, sie zu beobachten, wenn sie wieder anfangen zu schwimmen; sie streifen ungeschickt im Glase umher, man achtet darauf, wenn sie nirgends die Wandungen berühren und erzeugt einen Ton; augenblicklich wirft ein Sprung sie auf den Boden des Gefässes, wo sie ruhig auf der Seite liegen bleiben. Richtet man sie auf, so hat das keinen Reflex zur Folge, sondern sie fangen von Neuem an zu schwimmen und das Spiel kann wiederholt werden. Uebrigens stellt sich selbst während der Strychninvergiftung eine gewisse Abstumpfung gegen den Ton ein, die erst nach einiger Ruhe wieder verschwindet.

Mysis spinulosus ist durch Geräusche noch erregbarer, wie Palaemon, so dass Alles, was von jenem gesagt ward, in höherem Grade von Mysis gilt. Nur gelang es mir nicht, den letzteren zum Strychnintetanus zu bringen, es scheinen, wenn mich nicht unglückliche Versuche täuschten, seine Respirationsganglien sich wie die der Körpermuskeln zu verhalten, was bei der Vergiftung einen raschen Tod zur Folge hat.

In anderer Hinsicht lässt sich aber gerade mit Mysis weiter experimentiren. Man kann nämlich unter dem einfachen Mikroskop die beiden mittleren Schwanzanhänge entfernen und nimmt damit alle Hörorgane vom Schwanze fort. Die Thiere leben dann noch 26—28 Stunden; länger habe ich keine von 8 erhalten können, da sie mit seltener Regelmässigkeit nicht früher und nicht später (an Verblutung?) zu Grunde gehen, nachdem sie meistens 1 oder ½ Stunde vor dem Tode unruhiger und reflex-erregbarer geworden sind. Die Erregbarkeit durch Ton ist schwieriger zu prüfen, da eben die Thiere nicht in normalem Zustande sind; aber es wurden mehrere Male ganz überzeugende Beobachtungen gemacht, dass sie auf Geräusche reflectiren. Eigentlich hatte ich mir vorgestellt, dass die Hörhaare des Schwanzes vorwiegend dem Reflexe zu dienen hätten und war daher über meine Beobachtung mehr überrascht, wie erfreut; jedoch es fiel mir gleich auf, wie die Reflexe zuweilen (!) nicht sowohl in einem Sprung, sondern in einer resultatlosen Einknickung, so zu sagen einem tiefen Diener bestanden, und doch war der grössere Schwanzanhang ganz unverletzt vorhanden. Thiere, denen ich die Ohren sitzen liess, dagegen die seitlichen Schwanzanhänge fortnahm, sprangen auf Tonerzeugung im Anfange ganz wie gewöhnlich, wurden freilich bald, wahrscheinlich wegen der starken, direct nachzuweisenden, Infiltration des Schwanzendes weniger tonempfindlich, sprangen auch dann nicht mehr gehörig. Diese übrigens sehr leicht verwischten Unterschiede in der Reflexbewegung und der Nachweis, dass auch von den Hörhaaren der Antenne Reflexe ausgelöst werden, bringt uns dazu eine kleine Abschweifung von unserem Thema zu machen. Wenn Mysis oder die Garnelen von einem kleineren Gobius, der es zunächst auf ihre Beine abgesehen zu haben scheint, im Aquarium verfolgt werden, so gestaltet sich die Sache folgendermaassen; es steht der Angegriffene aufrecht im Wasser des Aquariums, die Füsse und die ganze Bauchseite dem auf ihn zu schwimmenden Fische entgegengerichtet; im geeigneten Augenblick schnellt er sich dann dadurch, dass er eine starke und plötzliche Beugung macht, mit ungemeiner Gewalt das Zwanzigfache mindestens seiner Körperlänge durch das Wasser, wobei sein ganz gekrümmter Rücken den Vorderpol ausmacht. Um diesen Sprung zu bewirken, dient nicht die Schwanzflosse allein, wie z. B. bei Astacus, sondern als Antagonist des Schwanzes auch alle vorderen breiten Anhänge, namentlich aber das breite Blatt der äusseren Antenne. Es ist also zum Sprung dieser Thiere eine Muskelwirkung an beiden Körperenden wünschenswerth, weshalb denn auch an beiden Enden der Reflexapparat eingepflanzt sein dürfte. Uebrigens ist, wie man an jungen Thieren unter dem Mikroskop leicht beobachten kann, die erste und constanteste Wirkung eines Geräusches das Spreizen der Schwanzflossen.

Bei Carcinus maenas hält es sehr schwer, sichere Erfahrungen zu machen, es konnten nicht in überzeugender Weise durch Geräusche

Bewegungen ausgelöst werden. Wenn die Thiere des Nachts halb über Wasser an den Wänden hingen und geräuschvoll athmeten, hielten sie sich eine Weile ruhig, wenn ein stärkeres Geräusch entstand, auch hemmten diejenigen Krebse, die entwichen waren und Nachts im Zimmer umherstreiften, ihren geräuschvollen Gang, wenn ich sie anrief. Ich versuchte, die Thiere zu blenden, aber sie wurden dann so unruhig und starben so bald, dass kein Erfolg erzielt ward. Ein Umstand hätte mich bald getäuscht. Die Augenstiele sind, wahrscheinlich durch gewisse Haare, so empfindlich gegen Luftzug gemacht, dass wenn sie beim Anrufen des über Wasser sitzenden Thieres auch nur durch den geringsten Zug, z. B. von der Nase aus getroffen werden können, sie sich augenblicklich zurückziehen; wärmeempfindlich scheinen sie mir nicht zu sein.

Wenn dies auch Alles ist, was ich zur Beantwortung unserer ersten Frage vorbringen kann, so wird es doch im Ganzen genommen, wie ich hoffe, eine entschiedene Bejahung rechtfertigen.

2) Wie geschieht die Tonempfindung?
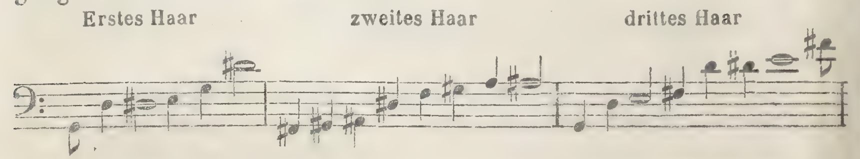
In dieser Frage liegt der Gipfelpunkt der Untersuchung! Wie sich die Sache theoretisch stellt, ist nachgerade nicht schwer zu errathen, um so weniger, als die ausgezeichnete Untersuchung von *Helmholtz*[1]) auch hier maassgebend sein muss. Obgleich ich schon länger wusste, wie die Haare sich gegen Töne verhielten, gestehe ich doch gern, dass erst nach Kenntnissnahme der angezogenen Arbeit mir klar wurde, dass jedes Haar auf einen bestimmten Ton abgestimmt sein müsse, indem nur die betreffenden Wellen immer so zur rechten Zeit an die schwingenden Theile des Haares anstossen können, dass es zu den stärksten Schwingungen gebracht wird. Wovon es abhängen kann, dass ein Haar durch den, ein anderes durch jenen Ton zu Schwingungen gebracht wird, darüber kann leider nicht viel gesagt werden, jedoch sind die Hörhaare an Länge sowohl als auch an Dicke bedeutend von einander verschieden. Die Lingula ferner scheint mir nicht immer proportionirt lang zu sein, dagegen so sehr verschieden dick sie auch an den grossen und kleinen Haaren ist, machen sich darin keine besonderen Abweichungen von der Proportion bemerkbar. Von Einfluss auf die Schwingungen könnte endlich die so auffallend verschiedene Länge der Chorden sein, doch das ist unwahrscheinlich, über alle diese Fragen kann erst ein Urtheil durch gründliche Bestimmung der Eigentöne der Haare und nachherige Messungen gefällt werden.

Bestimmte Gründe hinderten mich, die Haare eingehend auf ihre Schwingungen zu untersuchen, jedoch alle Versuche fielen befriedigend aus. Es wurden namentlich die Haare des Schwanzes von Mysis geprüft und zwar in folgender Weise: Ein Messingkasten mit 2″ langem Glas-

1) Die Lehre von den Tonempfindungen.

boden und etwa $1\frac{1}{4}''$ hohem Rande war in der Mitte der einen Seitenwandung durchbohrt und hier mit Kork geschlossen, durch den Kork bohrt man die Nadel, auf welche das zu untersuchende Thier kommt, dann füllt man den Kasten mit Wasser und kann nun das Thier in jeder beliebigen Lage mit Stiplinsen untersuchen. Von der entgegengesetzten Seite ragt nun in den Kasten hinein ein festschraubbarer Zuleitungsapparat. Derselbe[1]) ist dem Cavum tympani nachgeahmt, d. h. in einer winklig gebogenen Röhre liegt ein Stab, der genau die Röhre in Länge und Biegung nachahmt, dieser Stab, die Columella, ist auf der einen Seite winklig gebogen und dort zwischen die Platten einer, das äussere Ende der Röhre überspannenden, thierischen Membran befestigt, auf der anderen Seite trägt er eine Platte, welche einer dünnen Kautschoukmembran aufgeschraubt ist; diese Platte scheidet das innere der Röhre vom Wasser und steht der Nadel gegenüber. Man hört im Wasser den Ton deutlich, wenn ein Horn vor der Röhre geblasen wird, besonders deutlich, wenn man die Membran des Hörrohres der Platte gerade gegenüber hält. Auf der Oberfläche des Wassers entsteht bei dem Tone keine Bewegung. Wenn man nun mit einem Klapphorn vor dem Tympanum die Scala blasen lässt und den Chordenansatz eines Haares fixirt, so bemerkt man, wie derselbe bei gewissen Tönen undeutlicher wird und die Chorda nicht mehr sich scharf einstellen lässt, während bei einem anderen sogar das ganze Haar in seinen unteren Theilen bis zum Zahn hin so stark erzittert, dass Nichts mehr deutlich wahrgenommen werden kann. Sobald der Ton aufhört, hört die Bewegung gleich auf; sollte nicht schon das Wasser allein als guter Dämpfungsapparat wirken?

Fixirt man bei demselben Ton ein anderes Haar, so wird dies in der Regel völlig ruhig gefunden oder nur schwach schwingen. Dieses ist dann wieder durch einen anderen Ton der Scala zu stärkeren Schwingungen zu vermögen. Dass mehrere Töne auf ein Haar zu wirken vermögen, erklärt sich vorläufig aus den Erfahrungen von *Helmholtz*, dass in jedem Instrument mehrere Töne zugleich erklingen. Ein Beispiel des Verhaltens dreier Haare desselben Thieres setze ich hierher, der Werth der Note giebt die Stärke der Schwingungen an; dass alle anderen Töne das Haar gänzlich in Ruhe liessen, soll nicht damit gesagt werden, da überhaupt die Schätzung der Stärke schwächerer Schwingungen unsicher ist.



1) Von Herrn Mechaniker *Heustreu* hier geschickt angefertigt.

Vorstehende Angabe enthält gewiss noch Fehler mancherlei Art, sie wird ihren Zweck erreicht haben, wenn sie zu weiterer Prüfung führt. Spirituspräparate dürften dazu verwendbar sein.

Wie aber wird durch die Schwingung des Haares der Nerv erregt? Es kommen nur zwei Möglichkeiten in Frage, entweder leitet die Chorda die Schwingungen nur passiv an die Ganglienzelle heran, um diese zu erregen, oder sie enthält genügend nervöse Theile in sich, um selbst erregt zu werden. Das erstere scheint unwahrscheinlich, weil gerade die Chorda an den Ganglienzellen so ganz allmählich unsichtbar wird, dort also am allerwenigsten ihre Eigenschaften als Chitinstrang wird entwickeln können; auch ist ja in manchen Fällen (Fig. 31) die Chorda wohl zehnmal länger, wie das für den Haarwechsel erforderlich wäre; ein Verhalten, das freilich überhaupt räthselhaft bleibt.

Im anderen Falle könnte man sich die Erregung als dadurch entstehend denken, dass die Chorda, die bis in das Parenchym hinein zu erzittern pflegt, durch die Stösse und Risse, die ihr die schwingende Lingula ertheilt, erregt werde, besser aber noch, dass eine Dröhnung in ihr entsteht, welche, wie wir an uns selbst täglich erfahren können, überhaupt die sensibeln Nerven recht intensiv erregt.

Präparationsmethode.

Es will mir, wenigstens nach dem Schluss der Arbeit, vorkommen, als wenn es keiner besondern Geschicklichkeit bedürfen werde, um meine Präparate zu erzielen.

Freilich ist mein Verfahren wohl in so fern von dem gewöhnlichen abweichend, als ich recht gern und viel mit dem pankratischen Ocular bei 50maliger Vergrösserung arbeite. Denn abgesehen davon, dass man stets gemahnt wird, scharfe und reine Instrumente zu halten, ist es ein Vortheil, die Entstehung und Lagerung seiner Präparate genau überwachen zu können und namentlich den Transport von einem Stativ zum anderen zu ersparen. Die Entfaltung der Gehörsäcke meiner oft sehr kleinen Thiere würde ich unter der Lupe kaum mit der Sicherheit haben bewirken können, die mir z. B. beim Zählen der Haare die Ueberzeugung gab, dass im Präparate kein Theil des Sackes abhanden gekommen sei u. s. w.

Ausserdem sah ich mich für die Anfertigung mancher meiner Querschnitte, zur unverletzten Befreiung der organischen Otolithen u. s. w. genöthigt, ein Instrument herzustellen, welchem, wenn es in allgemeineren Gebrauch kommen sollte, ich den Namen »Querschnitter« zu geben bitte. Bei demselben kommt nun einmal das Prinzip in Anwendung, nach welchem man mit dem Rasirmesser Retinaschnitte verfertigt und zweitens dasjenige der Brodmesser in grösseren Anstalten; beide wurden combinirt zu einem Apparat, mit dem man bei umgekehrtem oder

aufrechtem Bilde unter dem Mikroskop bis zu 100maliger Vergrösserung hin Schnitte führen kann.

Der Apparat besteht aus zwei durch eine Stange mit einander verbundenen Messingplatten, die an den Mikroskoptisch angeschroben werden, welche Stangen tragen, zwischen denen ein Messer läuft. Letzteres, welches so geschliffen ist, dass der Querschnitt desselben nicht ein gleichschenkliges, sondern ein rechtwinkliges Dreieck bilden würde, steht so, dass man von oben herab noch auf der einen Seite die Schneide mikroskopiren kann. Auf der rechten Seite läuft es zwischen zwei platten Stäben, die einzig nur die verticale Bewegung gestatten, auf der anderen Seite ist es durchbohrt und dreht sich um eine Axe. Die Durchbohrung ist jedoch kein Loch, sondern ein derartig gekrümmter Schlitz, dass wenn die etwas convexe Schneide des Messers über den Objectträger läuft, sie ohne zu schneiden einzig durch Druck wirkt. Für die Regulirung dieses Druckes sorgt eine Feder. Mit diesem Messer kann ich beliebig oft genau denselben Schnitt wiederholen, wodurch im Grunde einzig der Zweck der Einrichtung erfüllt wird; kleine Seitwärtsbiegungen des Messers kann man zwar künstlich machen, aber wenn es zuweilen auch recht gut passt, sollte es doch eigentlich nicht sein. Wichtig ist, dass das Messer in jeder beliebigen Lage stehen bleibt, man kann mit einem Hiebe den Schnitt führen oder auch mit steten Unterbrechungen, das Object immer in die Lage rückend, wie man es haben will. Dadurch, dass die kleinen Theilchen Neigung haben auszuweichen, entsteht, wie für jeden Schnitt, so auch hier eine Schwierigkeit, in der Regel kann man durch möglichste Entfernung der Flüssigkeit das Object sicher legen, für gewisse rundliche Objecte, z. B. die Antennen, findet sich ein zweites ganz stumpfes Messer, welches ausser der verticalen noch eine horizontale Verschiebung zulässt, mit dem man selbst ganz kleine Objecte fixiren kann, wenn sie überhaupt einen Druck vertragen. Ich habe dies Messer sehr brauchbar gefunden und möchte es nicht wieder entbehren[1]).

Dass ich dies Instrument hier besprechen musste, ist klar, es zu empfehlen ist nicht meine Sache, auf jeden Fall darf man nicht sicher erwarten, Querschnitte von zähem Bindegewebe oder Aehnlichem damit zu gewinnen.

Besondere Reagentien habe ich nicht angewandt.

Sollte die vorliegende Arbeit der Wissenschaft einigen Nutzen gewähren, so darf es gerühmt werden, dass namentlich *Leydig*'s Arbeiten über die Articulaten und *M. Schultze*'s bahnbrechende Untersuchungen über

1) Instrumentenmacher *Beckmann* hier hat um die Ausbildung des Querschnitters sich grosse Verdienste erworben, was um so mehr Anerkennung verdient, als erst nach recht vielen Proben das Instrument den jetzigen ziemlich befriedigenden Grad der Vollkommenheit erreicht hat.

das Labyrinth der Fische für diese Studien als eine Conditio sine qua non zu betrachten sind.

Im Allgemeinen ist noch meine Arbeit dadurch begünstigt, dass hier täglich mit Sicherheit und in Fülle Material zu bekommen ist, ein Umstand, der nicht hoch genug für histiologische Untersuchungen anzuschlagen ist. Auch das ist hervorzuheben, dass wir hier in dem Zeichner, Herrn *Wittmaack*, eine Stütze finden, wie man sie kaum an anderen Seeplätzen haben dürfte.

Anhang.

Während des Druckes wurden noch einige Vermehrungen und Verbesserungen gewonnen. Die Gehörapparate von Galathea strigosa und Calappa granulata konnten noch an Spiritusexemplaren untersucht werden.

Galathea ähnelt sehr der Porcellana. Der Hörsack ist geschlossen, dieselben starken Haare wie bei P. sitzen äusserlich auf der Antenne. In den Sack springt ein beilförmiger »Hammer« stark vor, und theilt ihn in zwei Hälften, ein Recessus mit Drüsenporen ohne Otolithen und ein Haarbuckel waren nachzuweisen. Von Hörhaaren, 68 an Zahl, finden sich drei Arten.

Die eine besteht aus nur 7 Haaren, welche den 9 ungefiederten von P. entsprechen. Sie sind sehr dickwandig, glänzend und mit ausnehmend zarten Fiedern versehen; 0,3 mm. lang.

Die zweite Art wird durch 24 Fadenhaare gebildet, die in einer 1,125 mm. langen Linie aufgestellt sind, ihre Länge beträgt nur 0,083 mm.

Die dritte Art sind 37 Haare, welche in einfacher Linie am Recessus hinlaufen, und am Ende sich in mehrfacher Reihe anhäufen. Sie sind gefiedert und ca. 0,15 mm. lang.

Alle Haare entspringen aus einem Haarbecher.

Calappa. Dieser aus der noch nicht untersuchten Familie der Rundkrabben stammende Krebs lehnt sich in bemerkenswerther Weise an die Bogenkrabben an. Der Hörsack ist geschlossen und zeigt die Halbcanäle, Buckel, Recessus und eine Art Hammer ganz wie jene. Ebenso sind die gewöhnlichen drei Arten Haare, 232 an Zahl, wieder zu unterscheiden. Wir haben 57 Hakenhaare, 55 Fadenhaare von 0,21 mm. Länge und 120 Gruppenhaare von 0,075—0,15 mm. Alle diese Haare verhalten sich so wie jene von Carcinus maenas.

Zu den Hörhaaren vom Hummer, deren ich 548 zählte, habe ich (mir ging seiner Zeit das Material aus) noch Nachträge zu machen. Es

fiel die Form des Sackes, der in seinen hinteren Theilen zu Halbcanälen ausgebuchtet ist, mir so auf, dass ich mit der festen Ueberzeugung, hier noch weitere Haarformen finden zu müssen, von Neuem untersuchte. Ich fand, dass von dem medialen Anfang der Otolithenhaare bis zum hinteren, als Cochlea bezeichneten Ende wirklich Fadenhaare stehen. Es sind ihrer 80 meistens in zwei Reihen stehende 0,544—0,788 mm. lange, 0,007—0,009 breite, platte gefiederte Härchen, welche frei auf einer Haarkugel stehen. Eine Lingula ist deutlich zu erkennen.

Otolithenhaare finden sich im Ganzen 468, von denen aber 270 der kleinsten allein auf die zwischen die Otolithen hinein vorspringende Zunge kommen. Alle diese Haare bilden nach ihrer Grösse eine Reihenfolge, welche die Kluft zwischen den kleinsten etwa 0,14 mm. langen und den grössten 0,72 mm. messenden Haaren ausfüllt.

Bei Mysis habe ich noch an den rudimentären Abdominalflossen Hörhaare beobachtet. Die Nerven dafür gehen nicht selbst in die Flossen, sondern schicken vom Abdomen aus die Chorden in sie hinein. Bei einer nicht näher bestimmten wasserklaren Mysis[1]) verfolgte ich die einzelnen Primitivfasern bis in die Bauchganglien hinein, doch konnte ich nicht ihre Verbindung mit den sehr blassen Ganglienzellen selbst ausmachen. Wir haben hier also eine weitere Ausdehnung des ohnehin schon nicht kleinen Gebietes der Hörhaare, dennoch muss ich behaupten, ganz unter der Logik der objectiven Befunde geblieben zu sein.

Ich habe noch die Otolithenblasen von Tellina solidula und Solen pellucidus untersucht. Der von Mya beschriebene Cuticularring war nicht nachweisbar, aber auch hier konnte ich nicht die Otolithenhaare darstellen, jedoch ergab sich so viel, dass dieselben sich keinesfalls in den Stein einbohren können, da dieser in unverletzter Blase völlig um seine Axe rotiren kann.

1) Podopsis. Der Otolith ist von *van Beneden*, Recherches sur la Faune littorale de Belgique, gezeichnet und besprochen.

Erklärung der Abbildungen.

Wiederkehrende Benennungen sind:

ε Otolithen.
ξ Membran des Hörsackes.
η Otolithenhaare.
ϑ Freie Hörhaare.

Die einzelnen Theile der Haare werden mit deutschen Lettern bezeichnet und zwar:

𝔟 Balken.
𝔠 Chorda.
𝔣 Fiederseite des Haares.
𝔤 Gegenzahn.
𝔥 Haarbecher.
𝔨 Kugelmembran des Haares.
𝔩 Lingula.
𝔫 Narbe.
𝔭 Porencanal.
𝔷 Zahn.

A. Otolithen.

Fig. 1. Ein Stuck aus der Wand des Gehörbläschens vom Hummer. ε Sand, *a* gelber verdickter Streifen der Membran, der als Wulst rings den dünnwandigen Raum umgiebt, auf dem die Steine liegen, *c* Nervenstreifen, welche genauer auf die Porencanäle zulaufen sollen; η, η', η'', η''' erste, zweite, dritte, vierte Reihe von Hörhaaren, die grösstentheils in die Steine hinein sich erstrecken, 𝔭 Porencanal, 𝔨 Kugelanschwellung des Haares. Vergrösserung 75 Mal.

Fig. 3. Linke innere Antenne von Hippolyte sp.? von unten gesehen. ε der Stein, in dessen Mitte die Höhlung leicht kenntlich ist. Neben dem Stein findet sich ein Nebenstein als Anhang, η die Haare, die in den Stein hineingehen, ξ die Wand der Hörblase, die hinten, so weit sie punktirt ist, nicht deutlich zu erkennen war. *a* eine kleine Hervorragung der Wand nach aussen mit undeutlichen Faltungen. ϑ freie Hörhaare am Ende des ersten Antennengliedes, die erste Querreihe bildend, *b* zweites Antennenglied, *c* Seitendorn. 300 Mal vergrössert. Präparat im Besitze der Kieler Anatomie. (P. d. K. A.)

Fig. 4. Otolith von Mysis spinulosus mit anhängender Membran des Cavum auris. ε mediale Seite des Otolithen, ξ Membran des Sackes, η Hörhaare. *a* Kern des Steines, *b* äussere Trennungslinie, *b'* innere Trennungslinie, *c* Linien der Grundschichtung, sie sind meist schärfer und dichter zu sehen wie hier,

d Linien der Specialschichtung, *e* Reflexlinien, *f* Löcher, welche die Haare an ihrer Eintrittsstelle in den Stein gebildet haben. f Kugel des Haares, f Ende der Lingula, von wo an das Haar glatt und blass wird. 600 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 5. Schwanzanhang von Mysis von der Seite gesehen. ε Otolith, ξ Membran des Hörsackes, η Haare des Otolithen, *a* Kern des Otolithen, *b* Trennungslinie, *c* Kuppel, *d* die Ohrhöhle, die sich nach der Peripherie zu in eine Spitze *d'* auszieht, *e* der Haarbuckel, *f* der Nerv, *g* Abdomen, *h* äusserer Schwanzanhang. 75 Mal vergrössert.

Fig. 6. Mysis spinulosus.

A Ein Bruchstück des Otolithen; man sieht auf der Oberfläche bei *a* die Punktirung, bei *b* die radiäre Streifung und krystallinische Anordnung.

B zeigt das seltenere Aussehen der Oberfläche des Steines, drusig oder als wenn Zeilen sich darauf abgedrückt hätten. 400 Mal vergrössert.

B. Hörsack.

Fig. 7. Membran des Hörsackes vom Hummer, von der Stelle genommen, wo die Steine lagern.

A von der Fläche gesehen, *a* die gröberen Porencanäle, welche, wahrscheinlich Drüsenausführungsgängen angehorend, die Membran durchbohren, *b* die Fäden, welche von diesen Canälen auslaufen.

B Querschnitt von derselben Stelle, die Benennung ist dieselbe, *c* die Chitinogenzellen. 400 Mal vergrössert.

Fig. 8. Hörsack von Crangon. ε die Steine, ξ Wand der Ohrhöhle, *a* Saum des Höhleneinganges, *b* Schutzhaare desselben, *c* Einbuckelung der Wand nach innen, auf ihrer Kante Andeutungen der Hörhaare. 75 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 9. Haut des rechten Schwanzanhanges von Mysis, um die Rinne zu zeigen, welche der Einstülpung des Otolithensackes entspricht.

A von der Bauchseite gesehen. ε der Otolith, ξ der Otolithensack, *a* die äussere Wand des Schwanzanhanges, *b* die Einfaltung derselben, *c* der scharfe Rand der Einfaltung, *d* die Linie, welche den Haarbuckel begrenzt.

B Dasselbe Präparat von der Rückseite, die Bezeichnungen sind dieselben. 300 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 10 Querschnitt der Höhle von Mysis in der Linie geführt, welche die beiden Pfeile in Fig. 9 *A* mit einander verbinden würde, von einer abgeworfenen Haut genommen, deren Kalksalze entfernt waren. ε Reste des Otolithen, ξ Membran des Otolithensackes, η Hörhaare, *a* äussere Wand des Schwanzanhanges, *b* die Einfaltung derselben, man sieht wie die von der Unterseite kommende Wand sich in das Innere des Schwanzes noch ziemlich dick hineinbegiebt und hier mit weiter Schwingung umbiegt, um den gleichfalls dickwandigen Haarbuckel *e* zu bilden. Die dicke Membran hört dann bei *d* auf, wo die Linie sich findet, welche den Haarberg begrenzt, und geht in den dünnwandigen Membrantheil des Sackes über, der jedoch zerrissen ist. Das andere Ende findet sich bei ξ' als Fortsetzung des Rückentheils des Schwanzanhanges, *f* die innere untere Wand des Anhanges, die auffällig dünn ist, *g* räthselhafte aber constante zapfenförmige Auswüchse. Die Vergleichung derselben mit gewissen Haaren des Endwulstes der inneren Antenne führt zu einem komischen Resultat. 400 Mal vergrössert.

Fig. 11. Innere Antenne von Carcinus maenas von oben gesehen. *a* äussere Antenne, *b* dunkle Lamelle des Basalgliedes der inneren Antenne, *c* weisse von dem Kopfstück bedeckt gewesene Lamelle, *d* die Einstülpungslinie, Grenze zwischen weisser und dunkler Lamelle, *e* Trichter. 5 Mal vergrössert.

Fig. 12. Laterale Seite der linken Antenne. *a* Gelenk zwischen äusserer und innerer Antenne, *b* dunkle Lamelle, *c* weisse Lamelle, *d* Einstülpungslinie, *f* Einfaltung der Grenzlinie, *g* verdickte Antennenwand zum Ursprung des Hammers. Vergrösserung ca. 5 Mal.

Fig. 13. Ansicht der oberen Antennenwand der linken Seite von innen. *a* laterale vordere Seite, *b* mediale Seite. Der Hörsack ist von der Leiste, an welcher er hängt, abgetragen und man sieht diese selbst *d* genauer, *e* der Trichter, *f* das Ende der Leiste, dahinter verborgen liegen Alveus und Gruppen-Haare. 10 Mal vergrössert.

Fig. 14. Die Schale von Carcinus von unten gesehen, die inneren Antennen geöffnet und von Weichtheilen befreit. *a* rechte äussere Antenne, ζ ungeöffneter Hörsack der rechten inneren Antenne; man sieht den oberen medialen Halbcanal bei *e*, den unteren bei *h*, den Alveus communis bei *i*, den Buckel bei *k* und unter diesem als dunklen, nach aussen zu laufenden Strich, den oberen lateralen Gang. In der linken Antenne sieht man bei *l* die vorspringende starke Leiste, welche der Grenze entspricht, ferner bei *m* den Hammer, dessen Stiel nach der Mittellinie und etwas nach hinten zu geht, sein Kopf liegt bei *n* und von hier aus läuft sein kurzer Fortsatz nach rückwärts. Lateral und vorwärts davon liegt der Alveus communis und eben dort die Gruppe platter Hörhaare (Gruppenhaare). Jenseits *l* findet sich die schwache Rinne für den oberen medialen Halbcanal, diesseit *m* eine ähnliche für den unteren, und zwischen den beiden Bildungen der obere laterale Halbcanal. 5 Mal vergrössert.

Fig. 15. Der Hammer der rechten Seite von unten gesehen. *a* äussere Antennenwand, ξ Wandung des Hörsackes, *n* Kopf des Hammers, *o* kurzer Fortsatz des Hammers, *p* Stiel des Hammers, in diesem verdünnte Stellen, ϑ Platz der Hörhaargruppe. 10 Mal vergrössert.

Fig. 16. Aeusseres Stück der Antenne der rechten Seite in einer Linie durchschnitten, welche von der hinteren lateralen zur vorderen medialen Ecke hingeht, *a* hintere Kante der lateralen Antennenwand, *b* obere Wand, dunkler Theil, *c* obere Wand, weisser Theil, *d* Einstülpungsleiste, *m* Hammer, *e* medialer oberer, *h* unterer, *g* lateraler oberer Halbcanal. 5 Mal vergrössert.

C. Otolithenhaare.

Fig. 17. Haar aus dem Otholithensacke vom Hummer von der Seite gesehen, aber die Spitze aus der Focalebene heraustretend. ξ Membran des Hörsackes, $\mathfrak{p}$ der Porencanal, $\mathfrak{k}$ Membran der Haarkugel, $\mathfrak{z}$ Zahn, $\mathfrak{f}$ Fiederseite des Haares, $\mathfrak{l}$ Lingula, $\mathfrak{c}$ die Chorda, welche sich an die Lingula ansetzt, im Porencanal aber nicht mehr im Gesichtsfelde zu behalten war; das Haar ist wie man sieht, gefiedert, und enthält im Inneren jene Masse, welche *Farre* als Nervengranula beschreibt. 500 Mal vergrössert.

Fig. 18. Theile von Hummerhaaren.

A. Basis des Haares, um die Streifung zu zeigen. $\mathfrak{f}$ die Fiederseite des Haares, $\mathfrak{z}$ der Zahn, $\mathfrak{l}$ die Lingula, $\mathfrak{k}$ die Membran der Haarkugel mit ihrer Streifung.

B. Das Haar, die Fiederseite dem Beobachter abgewandt. $\mathfrak{l}$ die Lingula, sie ist in der Mitte nicht scharf begrenzt, wie das gewöhnlich bei ganz platt liegenden Haaren der Fall ist, weil dann das Ende vom Beobachter etwas abgebogen ist.

C. Zwei Haare bei kleiner Vergrösserung. Sie sitzen noch der Membran des Sackes ξ an, man sieht die Kugel $\mathfrak{k}$ des Haares und namentlich wie sich die Lingula $\mathfrak{l}$ als dunkler Strich bis zur Mitte des Haares hinauf erstreckt und bei *a* endet.

D. Das Mittelstück eines Haares auf der Seite liegend, so dass man das Ende der Lingula (l) sieht, bei *a* findet sich ein Knoten auf derselben.

E. Zwei Querschnitte eines Hummerhaares. *a* der Basis ganz nahe, *b* dicht vor dem Ende der Lingula, l die Lingula, f die Fiederseite des Haares, die sich beträchtlich verdickt erweist.

F. Mitte eines Haares, wo die Fiederhärchen deutlich in gesonderten schrägen Reihen angeordnet sind. Ausser *C*, das 75 Mal vergrössert ist, sind die übrigen Haare bei 600maliger Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 19. Zerbrochener rechter Hörsack von Crangon, um die Hörhaare zu zeigen. *a.* die Begrenzung der Oeffnung des Sackes, *b* die Schutzhaare, ξ die Membran des Hörsackes, *c* der Haarbuckel mit η den Haaren, *d* das Seitenblatt der Antenne. 75 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 20. Haare aus dem Hörsack von Crangon; z Zahn, g Gegenzahn, l Lingula bei dem einen von der Kante, bei dem anderen von der Fläche gesehen, f die Haarkugel. 400 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 21. Querschnitt des Otolithensackes von Palaemon in der Richtung geführt, welche die Pfeile Fig. 31 verbindet. Das Präparat ward einem P. antennarius entnommen, welcher über Harnsäurekrystallen gehäutet hatte, die Krystalle sind jedoch entfernt, ebenso die Weichtheile der Antenne, es blieb jedoch an den Hörhaaren die schwarze Masse haften, die vielleicht als Secret des Thieres zu betrachten ist, und in dieser einige Steine, die weit fester anhafteten, wie die Harnsäure. Der Schnitt musste körperlich gezeichnet werden, die schärferen Contouren der Wände entsprechen der peripherischen Schnittfläche. *a* mediale Antennenwand, leider zerbrochen und daher etwas aus der Lage, die entsprechende Bruchfläche liegt bei *a'*. *b* laterale Antennenwand, *b'* der Seitendorn und obere Lamelle der Klappe. *c* untere Lamelle der Klappe, welche an eine dunklere Linie *c'*, den Rand der Sacköffnung herangeht; dann setzt sie sich weiter direct in die Wandung des Otolithensackes ξ fort. Auf der Unterseite des Sackes findet sich eine Art Buckel, um den herum die Haare η stehen, diese gehen in die schwarze Masse ε winklig hinein und tragen dieselbe, die nirgends den Boden berührt. In der Otolithenmasse sieht man neben den Steinen ε' noch hellere nicht weiter zu enträthselnde Substanzen und einige ganz schwarze krystallinische Bildungen ε''. 300 Mal vergrössert.

Fig. 22. Einzelne Hörhaare von Palaemon.

A. Von der Fläche gesehen. ξ die Membran des Sackes, η die Hörhaare, dieselben gehen weniger stark rückwärts, wie es der Figur nach erscheint. p langgestreckter Porencanal, der wie schräg abgesetzt endet, dies Ansehen wird jedoch durch den Zahn hervorgerufen. f die Kugelmembran. 500 Mal vergrössert.

B Das Haar von der Seite gesehen, doch dem Beobachter ein wenig zugedreht. p Porencanal, z Zahn, f Fiederseite des Haares, l Lingula, an deren Anhang ein starkes Knötchen sich befindet. An dieses Knötchen tritt als sehr feines Fädchen die Chorda heran, die man in der Haarkugel f erkennen wird. 500 Mal vergrössert.

C. Ein Haar von der Lingulaseite aus gesehen. Die Lingula selbst sieht man nur bei *a* mit ihrem Knötchen dort, da sie schmaler ist, wie das ganze Haar, sehr deutlich scheidet sich bei *b* das Haar in einen dünn- und dickwandigen Theil. 900 Mal vergrössert.

D. Ende eines Haares, namentlich um die Narbe n zu zeigen, die sich seitlich an der Haarspitze zeigt. 900 Mal vergrössert.

Fig. 23. Haare des Otolithen von Mysis.

A. Grosses Haar in Lage; in den Stein ε hineingehend. ζ die Membran

des Otolithensackes, 𝔷 Zahn mit halbringförmiger Base entspringend, 𝔟 Balken, 𝔤 Gegenzahn, 𝔩 Lingula, 𝔣 Membran der Haarkugel, 𝔠 Chorda.

B. Zwei Haare von ihrer Concavität aus gesehen, das eine hat sich etwas gedreht, so dass man das Ende der Lingula recht deutlich sieht, bei dem anderen wird dasselbe durch den davor liegenden Balken etwas verdickt.

C. Ein grosses Haar etwas geknickt, man sieht namentlich die Stelle, wo die Lingula aufhört, scharf geschieden.

D. Ein kleines Haar von der Seite gesehen.

E. Kleine Haare, wenig Stunden nach [illegible] Häutung präparirt, in stark gestreckter Lage nach dem Stein ε gehend. Sie sind sehr blass, so dass die Kugel nicht gesehen wird. Bei 𝔫 die eigenthümlichen Knoten des Endes. 500 Mal vergrössert.

Fig. 24. *A.* Otolith von Gobius (minutus?) vom Rachen her gesehen, ε der Stein, ξ die Wand der Höhle, η die Haare, welche an dem vorderen Ende nicht mehr an den Stein selbst, sondern an eine Blase ε', in welcher der Otolith zu liegen scheint, gehen. *a* verticale Stelle des Epithels. 400 Mal vergrössert.

B. Randkörper einer hiesigen Eucope. ε der Otolith, ε' die Otolithenzelle, hie und da kernartige Verdickungen der Wand zeigend, η Haare des Otolithen, *a* verdickter Saum der Hörblase an der centralen Seite gelegen. Auch hier gehen einige Haare nur noch an die Membran des Steins. 600 Mal vergrössert.

D. Freie Hörhaare im geschlossenen Raum.

Fig. 25. Zoëa von Carcinus maenas von unten her gesehen, α äussere Antenne, *b* rechte innere Antenne, tief eingestellt, *c* linke innere Antenne, flach eingestellt, *d* Antennenhöhle, ε Otolithen, η die Haare, welche die Otolithen tragen, ϑ Haare, welche frei in die Höhle hineinragen, *e* Haarberg oder Buckel. 300 Mal vergrössert.

Fig. 26. Die mediale Wand des linken Otolithensackes von Carcinus maenas von innen her gesehen.

ξ Membran des Hörsackes, ξ am unteren medialen Halbcanal, ξ' am oberen medialen Halbcanal, ξ'' an der äusseren Kante des Sackes. *a* Buckel *b* Stelle mit Drüsenporen am Otolithenplatz, ϑ Hakenhaare, ϑ' Hakenhaare um den Otolithenplatz, ϑ'' Fadenhaare, durch den Schnitt mannichfach aus ihrer Richtung gebracht, 𝔥 Haarbecher in langer einfacher Reihe angeordnet, jeder sein Haar tragend. 100 Mal vergrössert.

Fig. 27. Hakenhaare aus dem Hörsack von Carcinus maenas.

Das Haar von oben gesehen, etwas liegend. ξ Membran des Hörsackes, ϑ das Haar, 𝔥 Haarbecher und Porencanal eines abgerissenen Haares, 𝔷 Zahn, 𝔩 Lingula 400 Mal vergrössert.

Fig. 28. Fadenhaare.

A. Das Haar platt liegend. ξ Sackmembran, ϑ das Haar, 𝔷 der Zahn, 𝔥 der Haarbecher, *a* die gefiederte Haarspitze, *b* die Nebenspitze.

B. Querschnitt des Otolithensackes, so dass man das Haar ϑ von der Seite sieht. Das Stück, von dem der Schnitt gemacht ward, hängt noch an und man sieht in diesem (𝔥) die Becher für zwei weitere Haare. Ihre Richtung, verglichen mit der des Schnittes, ergiebt, dass wir das Haar nicht ganz scharf von der Seite sehen können. Am Querschnitt erkennt man, wie in die Oberfläche der Membran hinein eine Höhlung, der Becher gegraben ist, an welche von unten her der Porencanal 𝔭 sich einmündet, auch sieht man, dass der Zahn (𝔷) ein klein wenig über die Fläche vorragt. 400 Mal vergrössert.

C. Die Membran ξ des Buckels von der Fläche gesehen. Ein fremder Körper (*a*) hat sich unter dieselbe geschoben, wodurch sie gefaltet wird. Ein Riss der Membran tritt unmittelbar an den Becher des einen Haares heran und hat ihn so abgespalten, dass die dünne Kugelmembran f, auf der das Haar ruht, gesehen wird. An drei anderen Stellen sind die Haare abgerissen, man erkennt die Becher und in ihnen die excentrische Oeffnung des Porencanals 𝔭, die verdeckt wird, wenn noch das Haar da ist. 400 Mal vergrössert.

Fig. 29. **Gruppenhaare aus der Ohrhöhle von Carcinus maenas.**

A. Von der Fläche gesehen, aber durch ein Deckglas ein wenig gedrückt. Man erkennt an der Form einiger etwas gedrehter Haare, dass dieselben stark abgeplattet sind. An der Basis erkennt man eine wenig entwickelte Haarkugel und hin und wieder auch das Ende der Lingula.

B. Haare, an Querschnitten etwas von der Seite gesehen. Das Haar ϑ ist in dem unteren Theile rundlich, die Lingula l ragt frei in den Porencanal etwas herein, dessen Rand nur scheinbar an sie herantritt. 𝔷 Der etwas vorragende Zahn, 𝔠 die Chorda. 400 Mal vergrössert.

E. Hörhaare der Körperoberfläche.

Fig. 30. Die Haare unter günstigen Bedingungen gesehen.

A. Haare von der ersten Querreihe der inneren Antenne von Palaemon antennarius an einem Querschnitt, Häutungspräparat. Das Haar ist etwas nach rückwärts zum Kopfe hin gebogen. *a* Membran der Antenne, *b* Ring des Porencanals, 𝔷 Zahn, 𝔤 Gegenzahn, f Membran der Haarkugel, l Lingula.

B. Haar aus dem Schwanze von Mysis von der Lingulafläche aus gesehen. *a* Membran des Schwanzes, 𝔭 Porencanal, 𝔠 Chorda.

C. Haar aus dem Schwanze von Mysis von der Seite. 𝔤 Gegenzahn.

D. Haar von der inneren Antenne von Mysis, Häutungspräparat. *a* Haut der Antenne, *b* Ring des Porencanals. f′ die zarte Membran, welche den Zahn und Gegenzahn von einander trennt, 𝔠 eine Verdickung an der Lingula. 500 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 31. Erstes Glied der linken inneren Antenne von Palaemon antennarius von oben gesehen. *a* Die Wand der Antenne, *b* der nach aussen liegende Seitendorn, ξ die Hörblase, *d* die Oeffnung derselben, *e* die diese bedeckende Falte, *f* die Stelle, wo sich die Falte auch von der Fläche der Antenne erhebt, *η* der Zirkel von Hörhaaren am Grunde der Blase, welcher die Steine trägt, *g* Muskel, *h* Schwimmhaare, *h′* Fiederhaare zwischen den Hörhaaren, ϑ freie Hörhaare, innere Basalgruppe, ϑ′ äussere Basalgruppe, ϑ″ Gruppe des Seitendorns, ϑ‴ vordere Basalgruppe, ϑ⁗ erste Querreihe der Hörhaare. Weil man die Haare gerade von oben sieht, zeigen sie sich wenig charakteristisch, mit Ausnahme einiger Haare des Seitendorns. *l* innerer Nerv der Antenne, *m* mittlerer Nerv der Antenne, *n* äusserer sehr kurzer Nerv, der auch einen Ast zur Hörblase absendet, in ihm sieht man Kerne, die den Endganglienzellen angehören, 𝔠 die Nervenchorden der Seitendorngruppe, 𝔠′ die ausserordentlich langen Nervenchorden, die zu der ersten Querreihe gehen; ihr Ursprung aus den Ganglienzellen ist zum Theil sichtbar. Von dem mittleren Antennennerven geht noch eine kleine Anzahl von Chorden ab, die nur die vordere Basalgruppe versorgen. 300 Mal vergrössert.

Fig. 32. Das auf die vorige Figur (31) folgende Stück der Antenne, aber von einem Thier, welches dicht vor der Häutung steht. *a* Innere Antennenwand, *b* äussere Seitenlamelle, *c* Muskeln, *d* Bindegewebszellen, *e* ungefiederte Tasthaare, auch mitten unter den Hörhaaren stehend, *f* gefiederte Schwimm-

haare, ϑ'''' zweite Querreihe der Hörhaare, ϑ''''' Endwulst der Hörhaare, *l* innerer Antennennerv, *m* mittlerer Antennennerv, *m'* zu den Haaren abgehende Aeste desselben, die mit Endganglien versehen sind, von dort sieht man die Chorden zu den Haaren hingehen; die Gruppe *m''* kommt sehr aus der Tiefe, wo sie sich um einen dort liegenden, aber nicht mitgezeichneten Muskel herumschlägt; es ist überraschend, wie constant dieses Lagerungsverhältniss vorgefunden wird. Der mittlere Antennennerv verläuft noch weiter zu den Ganglienzellen des Endwulstes, wo er, trotz seiner im Verhältniss zu der Haarzahl grossen Dicke, zu enden scheint. Neben diesem Haarwulst vorbei in den äusseren Zweig der Antenne sieht man bei *o* den Zellenwulst der Riechhaare gehen, der sich bei günstigen Präparaten weit in das Basalstück der Antenne zurückverfolgen lässt bis *o'*. Ueberall auf der Abbildung sieht man die Haartuben liegen bei *p*. Die Zurückziehung der neuen Antennenhaut von der alten zeigt sich deutlich bei *q*. 300 Mal vergrössert.

Fig. 33. Aeussere Antenne von Palaemon antennarius, zweites Glied. *a* Die äussere, *b* die innere Seite, *c* das Gefäss, in dem man einige Blutkörperchen erkennt, *d* der Antennennerv, welcher bei *e* einen Ast zu den Hörhaaren absendet. Dieser Ast bildet bei *f* Endganglien, von dort gehen die Chordae c an die Hörhaare ϑ, die man bei ϑ' von der Seite sieht, bei ϑ'' schräg. I Die Lingula, an die man überall die Chorda herantreten sieht, *g* Bindegewebszellen, *h* zusammengezogene Pigmentzelle. 300 Mal vergrössert.

F. Hörnerven.

Fig. 34. Nerven aus dem Schwanze von Palaemon antennarius, frisch. ϑ Hörhaar, auf der Membran des Schwanzes aufsitzend. Unter letzterer liegt bereits die neugebildete Haut, an der man sehr deutlich die Abdrücke von Zellen, Zellenwand und Intercellularsubstanz unterscheiden kann. Unter ihr erfolgt die Anlage eines neuen Hörhaars ϑ', welches von der Chorda c durchsetzt wird. Am Ursprunge der Chorda, bei der Ganglienzelle *b*, finden sich ziemlich constant einige unregelmässige Ansammlungen *c'*; die Chorda liegt in einem homogenen, scheinbar etwas varicösen Bande *e* eingeschlossen. Von der Ganglienzelle aus rückwärts gehen die Nerven *d* zu einem grösseren Stamme. An ihnen sieht man sehr deutlich Kerne *f* und erkennt zugleich eine Scheidung am Nerven in eine dicke Rindenschicht und eine mittlere Substanz. 400 Mal vergrössert.

Fig. 35. Varicöse Nervenfasern in dem Schwanze von Palaemon nach Behandlung mit sehr verdünnter C̈r. 400 Mal vergrössert.

Fig. 36. Theile der Nerven.

A. Nervenfasern aus dem Schwanze von Palaemon, etwas varicös geworden. ϑ das Hörhaar, c die Chorda, *a* die umgebende Parenchymmasse, die überall in gleicher Weise dem Nerven anliegt, aber, weil ohne Wichtigkeit, weggelassen ist, nur die Pigmentzellen, welche an zwei Orten die Bahn des Nerven kreuzten, sind mitgezeichnet, als die einzigen Gebilde, die die Continuität etwas undeutlich machen könnten. *b* Die Ganglienzelle, welche man nach der einen Seite zu in die Chorda undeutlich übergehen sieht. Sie besitzt in der Mitte einen deutlichen Kern. Von ihm aus gehen nach mehreren Seiten hin Cytoplasmastrahlen. *d* Die Nervenfasern mit Kernen bei *d'*. *e* Der Nervenstamm.

B. Ein Stück einer frischen Chorda aus dem Seitenblatt von Crangon. *a* Parenchym mit ziemlich deutlichen Zellen, c Chorda, c' das die Chorda umgebende Band. 400 Mal vergrössert.

Fig. 37. Haar vom Hummer. z Zahn, k Haarkugel, l Lingula, f Fiederseite des Haares, c Chorda, an der Lingula mit einem kleinen, aber deutlichen Knötchen endend. 600 Mal vergrössert.

Fig. 38. Ein Stück des Otolithensackes vom Krebs. Zwei Haare η sind von ihren betreffenden Porencanälen losgerissen und hängen nur an den Chorden noch fest. a Die hellen Bandstreifen, die auf die Haare zuführen, b Stelle, wo die Otolithen lagern, p Porencanal, f Kugelmembran, c Chorda; diese ist bei dem Haare links, durch den Porencanal durch, in der Tiefe weiter verfolgt. Um dies deutlich zu machen, ist die Membran oberhalb des Fadens als weggeschnitten gezeichnet worden. An dem betreffenden Haare sieht man wie die Spitze geringelt erscheint. 400 Mal vergrössert.

Fig. 39. Haare von Crangon.

A. Zerzupft, so dass man die Chorda völlig isolirt aus dem Porencanal herausgehen sieht.

B. Die Hörsackmembran von ihrer unteren Fläche aus gesehen. η Ein Hörhaar. Aus dem Porencanal p kommt die Chorda, umgeben von einer körnig erscheinenden Masse, die in den Canal hineingeht. Cr-Präparat. 400 Mal vergrössert.

G. Andere Haare der Cariden.

Fig. 40. Schwimmhaare des Schwanzanhanges von Mysis.

A. Mit Natron behandelt. a Die Haut des Schwanzes, b der Zahn, c die Lingula, d junges Haar.

B. Ein Haar von einem gleich nach der Häutung gestorbenen Thiere einige Stunden nach dem Tode. a Das Haar, b die Zellenmasse in demselben, c die Pigmentkörner, welche in dem Schwanze liegenden Pigmentzellen angehören. 400 Mal vergrössert.

Fig. 41. Kurze ungefiederte Haare von Palaemon.

A. Vom Schwanze. a Beginn des Porencanals, b Porencanal selbst, c Haarschaft.

B. Tasthaare der äusseren Antenne von Palaemon. Man sieht ein Haar a gerade von oben verkürzt, eins dagegen b etwas von der Seite, wobei sich die eigenthümlichen Linien c der Haarbasis deutlicher zeigen.

C. Antenne mit einem ganz seitlich aufsitzenden Haar. a Nerv, b Gefäss mit Blutkörperchen, c Venenraum neben dem vorigen, d das Haar, dessen Basis in den Antennenraum etwas hineinzuragen scheint, und an das ein Nervenfaden herantritt. 400 Mal vergrössert.

Fig. 42. Lange, ungefiederte Haare.

A. Haar der zweiten Querreihe der inneren Antenne von Mysis, Häutungspräparat. a Antennenhaut, die dort, wo die Hörhaare entspringen, ein wenig ausgebuchtet ist und an dieser Stelle auch fast alle an den übrigen Stellen sehr dicht stehenden Porencanäle verliert, ϑ die freien Hörhaare mit etwas niedriger Kugelmembran versehen, b ungefiedertes Haar, welches an der Basis gleichfalls eine Art Kugelmembran hat. In der Mitte des Haares findet sich bei c eine eigenthümliche Knickung; es liegt nahe anzunehmen, dass von dort nach der Kugelmembran eine Art Lingula gebildet ist.

B. Ein gleichfalls ungefiedertes, dickwandiges Haar von Palaemon, gezeichnet wie sich seine Contouren aus der homogenen Fläche hervorheben. 400 Mal vergrössert.

H. Wechsel der Haare.

Fig. 43. Schwimmhaare von Palaemon.

A. Vom Ende des Schwanzanhanges; das Thier stand ganz nahe vor der Häutung. Die Zeichnung ist nach zwei Präparaten gemacht, da von den beiden Haartuben rechts die Matrix erst zu entfernen war. *a* Die alte Schalenhaut, *b* der Haarschaft, *c* Spitze der Höhlung des alten Haares bis zu der das neue Haar hinangeht, *d* die neue Schalenhaut von der alten zurückgezogen, *f* neue Haare, an welchen man an mehreren Stellen die doppelte Membran, an den beiden rechts die Reihen der Ursprungsstellen der Fiederhaare erkennt, *g* die Spitzen der neuen Haare, durch den Raum zwischen den beiden Schalen hindurchgehend. An ihnen unterscheidet man einen Rand, der durch eine Reihe von Körnern, den Ursprungsstellen von Fiederhaaren, von einem mittleren Theil des Haares getrennt ist. Bei *g'* sieht man, dass die den äusseren Saum bildenden Fieder etwas auseinander gewichen sind. *h* Das homogene Band, welches aus dem Haar kommend sich nach rückwärts im Schwanze verliert. *i* Die Zellen, welche das Haar abscheiden. 500 Mal vergrössert.

B. Das Ende eines Haartubus, 1000 Mal vergrössert. Die Fiederhärchen stehen ein wenig zu dicht. *a* Einscheidender Theil des Haares, *b* eingescheideter Theil desselben, bei *c* Umbiegung des einen in den andern; man kann dort die Richtung der Fiederhärchen deutlich erkennen, weil der eingescheidete Theil, ein wenig zusammengedrückt, eine Längsfalte (*d*) geworfen hat; diese zeigt leichte Verdickungen, welche wohl der Lagerung der Bildungszellen entsprechen mögen.

C. Das Ende eines Haartubus nach 48stündiger Maceration mit $\dddot{Cr}$ von 0,002%. *a* Die einscheidende Wand des Haartubus, *b* Umbiegungsstelle desselben in den eingescheideten Theil; man erkennt die Fiederhaare nur undeutlich, *c* Matrix des Haares, an beiden Enden abgerissen, *d* Zellenelemente, welche das Haar bilden. 500 Mal vergrössert.

D. Halb herausgezogene Haartuben der inneren Antenne, die Weichtheile entfernt. *a* Die neue Schalenhaut, *b* der noch nicht ausgestülpte Theil des Haares, *c* eine Verdickung an der Basis des Haares, eine Art Zahn.

Fig. 44. Häutung der Hörhaare.

A. Von der Seite des Schwanzanhanges von Palaemon. ϑ Das Hörhaar, *a* die alte Schalenhaut, *a'* die neue Schalenhaut, *b* Chitinogenzellen, *c* der Haartubus, *d* die Spitze des neuen Haares an die Lingula I herangehend, c Chorda.

B. Otolithenhaar von Mysis ohne Präparation von der Seite gesehen, der Otolith und sonstige Theile sind weggelassen. η Das Haar, ξ die Membran des Hörsackes, *c* der Haartubus, an seinem Ende abgeschrägt.

C. $\dddot{Cr}$-Präparat der Hörhaartuben von der ersten Querreihe der inneren Antennen, Palaemon antennarius. *a* Die neue Antennenhaut, ϑ die Hörhaartuben, noch gefüllt und theilweise umgeben von ihren Zellenmassen, ϑ' ein Hörhaar oder Schwimmhaar von den Zellen befreit, *b* ein Schwimmhaar, zufällig unter der Antennenhaut liegend, c die doppelten Chorden, c' eine einfache Chorde, in ein Hörhaar gehend. P. d. K. A.

D. Ein Hörhaartubus von derselben Stelle. *a* Die Antennenhaut, ϑ der Haartubus, theilweise von seinen Zellen überdeckt, theilweise davon entblösst, c die aus ihm hervortretenden Chorden, c' die an der Spitze weit vorragende und wohl bei der Präparation halb herausgezogene alte Chorde. 500 Mal vergrössert. P. d. K. A.

I. Hörhaare von Spirituspräparaten.

Fig. 45. Hörhaare von Alpheus.

A. Otolithenhaar. l Die Lingula, sie steht ähnlich wie bei Palaemon an der concaven Seite des Haares und hat auch am Anfang einen Knoten, an den sich der Nerv anheften mag, f Fiederseite, an der die wolkige innere Masse nach abwärts zu sehr stark entwickelt ist, f Kugelmembran, bei f′ zwischen z Zahn und f Fiederseite ausgespannt. 500 Mal vergrössert. P. d. K. A.

B. Kleines freies Haar der Höhle. f Kugelmembran, h Haarbecher, *a* der Knoten des Haarbechers, von dem die Kugelmembran zu entspringen scheint.

C. Grosses freies Haar der Ohrhöhle, die Spitze ist abgebrochen. l Lingula, an welche nach abwärts zu sehr dicht die wolkige Substanz der Fiederseite herantritt, *b* Inhalt der Aushöhlung des Haarschaftes, auf die Neubildung des Haares zu beziehen, *d* Fortsatz der wolkigen Belegmasse bis zum Anfang der Lingula herab. 500 Mal vergrössert.

Fig. 46. Hörsack von Pagurus, ein Haar intact, ein zweites entfernt, um dessen Ursprung zu zeigen. h Der Haarbecher, *a* in denselben vorspringender Knopf, f Kugelmembran, Knopf und Haar verbindend, l die auffallend scharfe Lingula. 250 Mal vergrössert.

Fig. 47. Hörbaare von Gelasimus.

A. Fadenhaar. *a* Antennenhaut, h Haarbecher, *b* glänzende Anschwellung des Haares.

B. Otolithenhaar, ausgerissen. *b* Glänzende Anschwellung wie bei *A*, *d* Knoten am Anfangstheil der Lingula.

Fig. 48. *A* Otolithenhaar von Sesarma, bei *a* der Knopf an der Spitze desselben.

B. Hörhaar von Hyas araneus; es ist an der Mitte so platt und blass, dass es fast ganz verschwindet. Bei n der Knopf an der Spitze, die Narbe. p Der etwas verlängerte Porencanal.

Zur Anatomie von Echinorhynchus proteus.

Von

Dr. H. A. Pagenstecher, Professor in Heidelberg.

Mit Taf. XXIII und XXIV.

Im Jahre 1858 hielt ich der 34sten Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Karlsruhe einen Vortrag über die Organisation von Echinorhynchus proteus, besonders über den Bau des weiblichen Geschlechtsapparates und es wurde eine kurze Mittheilung hierüber in dem amtlichen Berichte über jene Versammlung niedergelegt.

Einmal ist nun jener amtliche Bericht, als für die Theilnehmer bestimmt, nicht gleichmässig verbreitet. Dann aber glaube ich auch, dass dadurch, dass die Zeichnungen, welche meinen Vortrag erläuterten, an jener Stelle nicht veröffentlicht werden konnten, die ganze Mittheilung mehr den Charakter einer vorläufigen Notiz erhielt. Ich hatte selbst die Hoffnung, die Thatsachen, welche ich als wesentlich neue Resultate meiner Untersuchungen hinstellen zu können glaubte, durch vergleichende Untersuchungen an andern Arten von Echinorhynchen prüfen und ergänzen zu können.

Es hat sich die Gelegenheit bisher nicht geboten und ich wage es nun, jene Zeichnungen genau so, wie sie der zoologischen Section damals vorgelegen haben, nachträglich zu veröffentlichen. Die Meinung, dass ohne dies die gefundenen Resultate nicht zur Geltung kommen und auch die Mittheilung über dieselben nicht einmal die vollkommenen Handhaben für die Vergleichung und Kritik neuerer Untersuchungen bietet, wird bestätigt durch den wiederholt in dieser Richtung mir ausgesprochenen Wunsch meiner Fachgenossen, ich möge jene Tafeln abdrucken lassen. Die Zeit hierfür aber scheint um so mehr gekommen, als nach *Leuckart*'s Vorgange die Echinorhynchenzucht voraussichtlich für diesen Sommer eine Lieblingsbeschäftigung der Zoologen werden wird.

Aus dem Vorstehenden erhellt, dass die Tafeln den Hauptbestandtheil dieser Arbeit ausmachen; der Text muss sich im Wesentlichen um das früher (a. a. O. p. 133) Mitgetheilte drehen. Ich benutze jedoch

diese Gelegenheit, um denselben etwas zu erweitern und einige kleine Fehler, welche sich in jenen Bericht eingeschlichen haben, zu verbessern.

Meine Untersuchungen über das Nervensystem bestätigen im Allgemeinen die Mittheilungen von *v. Siebold* und *Wagener*. Die beiden Zeichnungen (Taf. XXIII, Fig. 1 *a* und Taf. XXIV, Fig. 6 *a*) beweisen übrigens, dass das Centralorgan nicht überall mit gleicher Leichtigkeit selbst bei Druck wahrgenommen werden kann. In jungen Thieren, die sich zur Untersuchung weit besser eignen, sind die Ganglienzellen des Nervenknotens oder Gehirns sehr deutlich, weit bestimmter als z. B. bei Milben. Die Ganglienzellen haben einen kleinen scharfen Kern und man kann ihre Verbindung mit den austretenden Nervenfasern erkennen. Diese sind einfache Fibrillen mit deutlicher doppelt contourirter Wandung. Sie treten an der nach vorn gerichteten Spitze des dreieckigen Haufens und an den anstossenden Seiten einzeln aus, an den hinteren Ecken aber und in der Mitte der Basis liegen sie in kleinen Bündelchen zusammen. Die Zahl der austretenden Nervenfibrillen ist gross genug, dass man denken kann, es entspreche eine solche jeder einzelnen Hirnzelle. Gewiss ist die Zahl letzterer nicht viel grösser.

Vorn laufen zwei lange Nervenfäden gerade zu dem Rüsselkolben, von den Seiten treten je sechs oder acht schräg nach vorn, während die Bündelchen von den hinteren Ecken sich zu den Lemnisken begeben und von der Mitte der Basis rechts und links ein Bündelchen den Grund der Rüsselscheide durchbohrend an das Ligamentum suspensorium und die Innenwand des hinteren Körperabschnittes tritt. Der Ganglienhaufen wird durch eine feine bindegewebige Hülle zusammengehalten. Die Rüsselscheide, auf deren Grunde er liegt, zeigt in dem Balkenwerk der maschenartig angeordneten Muskulatur sehr deutliche gekernte Zellen (Taf. XXIII, Fig. 1) und entspricht hierin ganz dem Verhalten der Muskelschicht des hinteren Körperabschnittes (Taf. XXIII, Fig. 5 *a*). Die innerste Bekleidung erhebt sich stellenweise zu grossen Zellen, die besonders an der tiefsten Stelle zu viert in ausgezeichneter Grösse symmetrisch angeordnet liegen (Taf. XXIII, Fig. 1 *b*). Im Vergleiche mit den an den Geschlechtswegen sich findenden ähnlichen kolossalen Zellen glaube ich diese Gebilde als einzellige Drüsen betrachten zu müssen, deren Function bei den an dieser Stelle stattfindenden häufigen Formveränderungen und der dabei eintretenden Reibung leicht gedacht werden kann. Mit dem Gehirnknoten haben sie gewiss nichts zu thun. Zwischen der Rüsselscheide und dem Ligamentum suspensorium besteht weder, wie es scheint, eine offene Verbindung noch eine histiologische Analogie.

Das Ligamentum suspensorium (Taf. XXIV, Fig. 6 *b*) ist am Grunde der Rüsselscheide zwischen deren Retractoren befestigt und besitzt ursprünglich eine sehr substanzielle Wandung. Diese Wandung besteht aus zwei Schichten, einer Umhüllungshaut und einer inneren Auskleidung, welche einen Hohlraum umgiebt. Während in der weiteren Ent-

wickelung des Geschlechtsapparates die Umhüllungshaut mehr und mehr verdünnt wird und nur die anfängliche Function erfüllt, macht die innere Haut eine besondere Entwickelung durch. Aus ihr bilden sich diejenigen Organe, in welchen die Eier entstehen und, wie ich aus Analogie der übrigen Verhältnisse erschliesse, auch die Hoden.

Abgesehen von der später noch zu berücksichtigenden Verschiedenheit der Ansichten in Betreff gewisser Einzelheiten nahm man bisher wohl seit *v. Siebold's* Untersuchungen allgemein an, dass während die paarigen Hoden am Ligamentum suspensorium befestigt und mit zwei gesonderten Vasa deferentia in continuirlicher Verbindung seien, die Eier in Klumpen frei in die Leibeshöhle fallen und dort durch die offene abdominale Mündung eines unpaaren Eileiters aufgenommen werden.

Meine Untersuchungen haben mir bei Echinorhynchus proteus ergeben, dass die Hoden **im** sogenannten Ligamentum suspensorium liegen, dass (was auch *Wagener* so sah) die Eiklumpen auf der Innenwand des Suspensorium entstanden Anfangs direct aus dem Hohlraum des Ligamentum suspensorium nach aussen geführt werden, in continuirlicher Verbindung dieses Theils mit dem Eileiter und endlich dass in noch früherer Zeit zwei Eileiter ebensogut bestehen, wie zwei Samenleiter.

Da nun ferner die innere Beschaffenheit der Eiklumpen, der Zusammenhang der unreifen weiblichen Geschlechtsproducte, sich ebenso verhält, wie die der unreifen männlichen Geschlechtsproducte, so habe ich geglaubt, für diese eine gleiche Entstehungsgeschichte annehmen zu dürfen, bei welcher nur eine wenig bedeutende Modification eintritt.

Die Entwickelung der weiblichen Geschlechtsproducte geht folgendermaassen vor sich. Auf der Innenwand des Ligamentum suspensorium bilden sich besonders im vorderen oder oberen Theil keulenförmige Hervorragungen, gestielt anhängend, in welchen eine in der Vermehrung begriffene Zelle liegt (Taf. XXIII, Fig. 7). In der Hülle der Mutterzellen, entsteht so ein Haufen von Tochterzellen. Die kleinste Mutterzelle, welche ich beobachtete, maass 0,003 mm. und enthielt bereits drei gekernte Tochterzellen. Die Vermehrung der Brut geht rascher voran, als das Wachsthum der Mutterzelle, so dass diese, wenn sie 0,06—0,08 mm. gross geworden ist, prall ausgefüllt als ein fester Zellenhaufen erscheint. Die Umhüllung, welche über die Membran der Mutterzelle sich hinüberziehend diese an die Innenwand des Suspensorium befestigte, reisst bei weiterem Wachsthum, der Zellenhaufen fällt in den Hohlraum des Ligamentum suspensorium und bildet nun ein sogenanntes Ovarium oder eine Placentula der Autoren (Taf. XXIII, Fig. 8).

Obwohl jedoch diese Zellenhaufen an Grösse noch beträchtlich zunehmen und die aus ihren Zellen sich bildenden Eier noch einen weiten Weg bis zu ihrer Vollendung zurückzulegen haben, so geschieht das Alles

doch rein durch Durchtränkung aus den umgebenden Medien ohne allen Verband. Sie können demnach durchaus nicht als Organe des Echinorhynchus bezeichnet werden, sie sind Haufen unreifer mit einander zusammenhängender Eizellen. Das Organ aber, in welchem sie gebildet wurden, der Boden, auf welchem sie aufwuchsen, muss als Ovarium bezeichnet werden; es fungirt demnach das Ligamentum suspensorium oder genauer dessen Innenwand als Eierstock.

Das andauernde Wachsthum der frei gewordenen im Ligamentum suspensorium flottirenden Eizellhaufen findet zuerst noch seine Begründung in der andauernden Vermehrung der Eizellen, dann in der Vergrösserung der letzteren und deren Entwickelung zu eigentlichen Eiern. Es bildet sich dabei erst ein Hohlraum in dem Zellenhaufen, welcher reichlich mit Molekülen erfüllte Flüssigkeit enthält, wobei der Contour der Oberfläche oft mehr unregelmässig wird (Taf. XXIII, Fig. 9) und die Eizellen mehr in die Peripherie gedrängt erscheinen. In jeder Eizelle bildet sich nun der Kern zum Keimbläschen mit einfachem Keimfleck aus. Um diese Zeit ist der betreffende Haufen junger Eizellen der Befruchtung fähig, die Samenfäden umspielen ihn und scheinen zwischen die Eizellen einzudringen (Taf. XXIII, Fig. 10). Von der Befruchtung dürfte vielleicht die weitere Entwickelung des Eies (ich meine nicht die des Embryo im Ei) abhängen. Es besteht diese Entwickelung darin, dass in der noch beständig wachsenden Eizelle der Zellinhalt im Raum um das Keimbläschen sich molekulär gestaltet, ein dotterartiges dunkles Ansehen erhält. Es ist das keine Umlagerung von Dottersubstanz um das Keimbläschen, sondern eine Umwandlung von durch Intussusception aufgenommener Flüssigkeit. Dabei wächst das Eichen mehr in einem Durchmesser, wird erst oval, dann spindelförmig. Das Keimbläschen wird unter der molekulären Umhüllung mehr und mehr undeutlich, doch sieht man noch lange einen helleren Fleck in der Mitte des Eies (Fig. 11—14) als Beweis, dass die feinen Moleküle dort noch Widerstand für ihre gleichmässige Verbreitung finden. Hiermit ist dann die Vollendung des eigentlichen Eies vollbracht. Es kann aus der unendlich fein gewordenen Hülle, welche, ursprünglich die Membran der Mutterzelle, die Eihaufen zusammenhielt, ausfallen, und frei im Ligamentum suspensorium liegen. Dieses kann von solchen Eiern dicht gefüllt sein. Was das Ei weiter noch erhält, sind umgelegte accessorische Secrete, welche Schalen- und Eiweissähnliche Umhüllungen constituiren.

Meine Untersuchungen über Echinorhynchus proteus geben demnach in Betreff der Entstehung der Eier Resultate, welche den von *G. Wagener* mitgetheilten am nächsten stehen. Bei der scharfen Begrenzung der Gruppe der Acanthocephalen in den übrigen Eigenschaften ist es a priori nicht gerade wahrscheinlich, dass in diesem Theile der Organisation bedeutende und principielle Verschiedenheiten bestehen. So wird wohl für die Ansicht von *Dujardin*, dass die Eier an der Leibeswand entständen,

entweder die Erklärung *Wagener*'s gelten müssen, dass das Ligamentum mit dieser innig zusammengehangen habe, oder es muss dasselbe so ausgedehnt gewesen sein, dass es den Hohlraum des Körpers ganz erfüllte. Bei E. gigas tritt nach *Wagener* eine sehr frühzeitige Durchlöcherung des Ligamentum ein, so dass die noch zusammenhängenden Eierhaufen mit der Spitze aus den kleinen Oeffnungen hervorragten. Das findet bei E. proteus nicht statt. Es würde jener Befund aber einen Uebergang bilden zu dem von *v. Siebold* für E. gibbus angegebenen, bei welchem Thier das Ligamentum mit den sogenannten Ovarien äusserlich besetzt erschien. Solche Verschiedenheiten können immerhin wirklich bestehen, mit ihnen Hand in Hand würde dann die Function des Ligamentum als Eihälter und die directe Verbindung mit dem Ausführungsgange sich wechselnd verhalten müssen. Bei E. proteus bleibt das Ligamentum noch unversehrt nicht allein wenn eine Menge von freien Eiklumpen gebildet, sondern auch wenn bereits aus diesen Eier nach der Reifung ausgefallen sind (Taf. XXIII, Fig. 2 *a*). Ich meine, es würde von Wichtigkeit sein, mit den Differenzen, welche sich in dieser Beziehung ergeben, die Verschiedenheit zu vergleichen, welche die Eier betreffs der accessorischen Umhüllungen zeigen. Man müsste dann prüfen, wo und wie diese gebildet werden und das in Verbindung bringen mit der Art, wie die Eier geboren werden.

Da nun auch die Hoden deutlich von der äusseren Membran des Ligamentum suspensorium umhüllt sind, so ist es wahrscheinlich, dass sie in einer dem Wesen nach gleichen Weise aus der inneren Haut desselben gebildet werden. Es bestände dann für die keimbereitenden Organe beider Geschlechter eine vollkommen principielle Homologie. Die Abweichung in der Ausführung besteht darin, dass die Samenzellenhaufen, welche dem Eizellhaufen sehr ähnlich sind und sich in gleicher Weise aus Mutterzellen entwickeln (Taf. XXIII, Fig. 23—26) in zwei grossen Massen vereinigt sind und bleiben. Diese erhalten den Namen der Hoden (Taf. XXIV, Fig. 3 *aa*). Statt dass also die Eizellhaufen an vielen Stellen des Ligamentum entstehen und mit einander ohne Zusammenhang sind, scheinen die Samenzellhaufen dicht gedrängt von nur zwei Stellen der Wand aus Entstehung zu nehmen. Die Gleichheit der Umhüllung der Hoden mit dem die sogenannten Ovarien umhüllenden Sacke des Ligamentum zeigt sich auch darin, dass man in beiderlei Wandung vereinzelt kleine Zellen findet, welche peripherische Ganglienzellen zu sein scheinen (Taf. XXIII, Fig. 2 *b* und Taf. XXIV, Fig. 3 *b*).

Die aus den Samenzellen (Taf. XXIII, Fig. 27) hervorgehenden Samenfädchen besitzen einen rundlichen Kopf und einen kurzen Faden (Taf. XXIII. Fig. 28).

Nach allen bisher bekannt gewordenen Untersuchungen führt bei männlichen Echinorhynchen aus jedem Hoden ein Vas deferens. Diese beiden Gefässe verbinden sich zu einem gemeinsamen Vas efferens. Nach

v. Siebold liegen bei E. strumosus die beiden rundlichen Hoden neben einander, sonst wohl überall, jedenfalls aber bei E. proteus, liegen sie hinter einander und sind von eiförmiger Gestalt. Es erhalten durch diese Anordnung die beiden Vasa deferentia eine sehr verschiedene Länge (Taf. XXIV, Fig. 3 *c*).

An beiden Samengängen sind in fast gleicher Grösse die varikösen Anschwellungen oder Samenblasen entwickelt (Taf. XXIV, Fig. 3 *d d*).

Diese nicht bedeutende Asymmetrie entwickelt sich an den Ausführungsgängen der weiblichen Geschlechtsorgane in weit höherem Grade.

Auch das Weibchen von E. proteus hat ursprünglich paarige Ausführungsgänge (Taf. XXIII, Fig. 4 *a*), welche vollkommen symmetrisch von dem Ligamentum entstehen und nach kurzem Verlaufe in die Scheide münden. Zwischen den beiden Oeffnungen des Ligamentum suspensorium in dieselben erhebt sich die Wand des letzteren, so dass der Hohlraum des Suspensorium unvollkommen in zwei Kammern getheilt wird (Taf. XXIII, Fig. 4). Für die Begattung scheinen die beiden Gänge vollkommen gleich zu functioniren, man findet in beiden Samenfäden und das ligamentale Ende beider wird mit Kitt verklebt (Taf. XXIII, Fig. 4 *b*).

Bei der Volumsvermehrung der im Ligamentum erhaltenen Geschlechtsproducte wird jedoch die Falte oder Wand, welche den Hohlraum Anfangs unvollkommen sonderte, mehr und mehr ausgeglichen; dabei bleibt ein Eileiter mehr und mehr in der Entwickelung zurück (Taf. XXIII, Fig. 3 *b*) und der andere allein (Taf. XXIII, Fig. 3 *a*) übernimmt die Ausführung von Eiern. In ihm kommen die auch in dem verkümmernden angelegten einzelligen Drüsen zu kolossaler Entwicklung. Nach Verkümmerung des anderen Ganges erscheint er als das obere Ende der zunächst noch mit dem Ligamentum suspensorium continuirlich verbundenen Scheide und kann die Eier aus dem Hohlraum des Ligaments direct aufnehmen. Später löst sich diese Verbindung im Uebermaass der Eierproduction und des Wachsthums der Eier und dann besteht eine einfache freie abdominale Mündung des Eileiters. *v. Siebold* hat uns einen complicirten Vorgang beschrieben, durch welchen diese abdominale Mündung die frei in der Leibeshöhle flottirenden Eier aufschluckt. Es scheint mir, wie wenn wohl auch hier der für die Cestoden und wohl auch Trematoden und Nematoden Anwendung findende Grundsatz Anwendung fände, dass überhaupt die Eier nicht alle auf dem gewöhnlichen Wege geboren werden, dass vielmehr um diese Zeit der überfüllte energielose Körper des Thieres sich vom Darme des Wohnthieres ablöse oder vom Rüssel abreisse und nun nur noch die Function eines Eiersackes verrichte, durch dessen Zertrümmerung die Eier frei werden. Sprechen doch auch die älteren Autoren schon vom Austreten der Eier am vorderen Ende der Echinorhynchen. Zur Prüfung dieser Frage wird allerdings die Untersuchung über die Schalenbildung von grosser Bedeutung sein.

Die ganz fertigen Eier von E. proteus haben eine dreifache Hülle.

Die innere ist eine ganz einfache elastische structurlose Schale (Chitin?); die zweite ist spindelförmig, viel länger als die innere, die ausgezogenen Enden durch eine Verengerung etwas kolbig und an der Spitze jede mit einem langen Fadenanhang versehen. Die dritte ist eine umhüllende gallertige oder eiweissige durchsichtige Schicht, welche die Fäden in der Aufrollung um die mittlere Schale befestigt erhält (Taf. XXIII, Fig. 15—21).

Wenn ich die Mittheilungen von *Dujardin*, *v. Siebold*, *Wagener*, *Leuckart* mit meinen eigenen Untersuchungen über die Embryonen vergleiche, so scheint es mir, dass wie in den Schalenbildungen der Eier so auch in den Hakenbildungen der Embryonen Verschiedenheiten vorkommen. Ich fand beim Embryo von E. proteus (Taf. XXIII, Fig. 22) vorn einen Kranz aus einer kleinen Anzahl linearer Häkchen und dahinter einen mehrreihigen feinen Stachelbesatz. Im Innern ist der spindelförmige centrale Körper, dessen Bedeutung für die weitere Entwickelung neuerdings *Leuckart* nachwies, sehr früh sichtbar, nachdem der durch totale Dotterfurchung (Taf. XXIII, Fig. 16) entstandene Embryo sich etwas condensirt und dadurch von der Peripherie zu freier Beweglichkeit zurückgezogen hat. Starke Vergrösserung zeigt hinten einen gespaltenen Hohlraum, eine Art Caudalblase, die Form des ganzen Embryo ist durch Muskelthätigkeit sehr veränderlich.

Wenn die Eiklümpchen sich von der Innenwand des Ligamentum suspensorium, welches wir eigentlich im Ganzen als Ovarium bezeichnen sollten, abgelöst haben, so zeigt dieselbe ein Maschengewebe mit stark hervorragenden Balken (Taf. XXIII, Fig. 6). Auf diesen erkennt man wohl noch in einzelnen Zellen und in Ablagerung zahlreicher Moleküle die Ueberreste der Elemente, welche der früheren reichen nun erloschenen Thätigkeit zu Grunde lagen.

Die Scheide, welche nun ganz einfach geworden ist, besitzt eine obere (Taf. XXIV, Fig. 1 *a*) und eine untere (Taf. XXIV, Fig. 1 *b*) Erweiterung, in welchen die Eier in Menge aufbewahrt werden können, während dazwischen wegen der geringen Weite nur ein oder zwei Eier gleichzeitig durchgehen können.

Die Scheide besitzt an der Stelle, wo die beiden Eileiter zusammentreten, grosse Drüsenzellen (Taf. XXIII, Fig. 3 *c* und 4 *c*), welche als den bekannten sechs accessorischen Drüsen der Männchen (Taf. XXIV, Fig. 3 *e*) analog betrachtet werden dürfen. Ausserdem finden sich in beiden Geschlechtern hier und da in den Geschlechtswegen und am Begattungsapparat einzellige Drüsen. Am Rande der Geschlechtsglocke der Männchen liegen jedoch kleine Zellen, welche wohl als Ganglienzellen gedeutet werden können (Taf. XXIV, Fig. 5 *a*). Dadurch dass das untere Ende der weiblichen Geschlechtswege, welche durch starke sich kreuzende Muskelbündel ausgezeichnet sind, wenn auch sehr veränderlich, doch im Allgemeinen glockenförmig gestaltet ist, besitzt auch dieser

Theil einige Aehnlichkeit mit dem männlichen Geschlechtsapparate (Taf. XXIV, Fig. 3 *b*, 4 und 5 *b*). Es fehlt jedoch die Ruthe (Taf. XXIII, Fig. 4 *b* und 5 *b*), sowie die neben dieser liegenden Saugscheiben (Taf. XXIV, Fig. 4 *c* und 5 *c*) und der ganze Apparat kann nicht durch Umstülpung vorgebracht werden.

So wie bei der Begattung die Glocke des Männchens die ganze Hinterleibsspitze des Weibchens umfasst, so nimmt das glockenförmige Ende der Scheide das Begattungsglied des Männchens auf.

Ausser den sechs grossen Drüsen besitzt das Vas efferens noch eine kleine Blase (Taf. XXIV, Fig. 3 *g*), welche ich leer fand. An der Glocke des Männchens sind Muskelbündel deutlich.

Was die Lemnisken betrifft, so glaube ich mich davon überzeugt zu haben, dass ihr mit grossen Zellen umkleideter Hohlraum in der Falte, in welcher sich Körper und Hals begegnen, eine Mündung nach aussen besitzt.

Die Rüsselhaken von E. proteus sind nicht an allen Stellen des Rüssels gleich, sondern in verschiedenen Winkeln gebogen (Taf. XXIV, Fig. 7—9); auch finden sich zuweilen abnorme Formen (Taf. XXIV, Fig. 10). Zum Vergleiche habe ich einen Haken des Rüssels von E. polymorphus (Taf. XXIV, Fig. 13) und die feinen Spitzchen dargestellt, welche die blasige Auftreibung am Vorderkörper dieses Helminthen bekleiden (Taf. XXIV, Fig. 11—12). Dieselben besitzen ebenfalls einen starken unter der eingeschlagenen Cuticula verborgenen Wurzelfortsatz.

Heidelberg, 23. Februar 1863.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Der Grund der Rüsselscheide eines jungen Echinorhynchus proteus mit dem Centralnervenknoten *a* und den grossen Drüsenzellen *b*. 200 Mal vergrössert.

Fig. 2. Genitalapparat eines jungen, noch unbefruchteten Weibchens, im Zusammenhang präparirt, 40 Mal vergrössert. *a* Der mit den Eiklumpen gefüllte Hohlraum des Ligamentum suspensorium; *b* eine Ganglienzelle in der Wand des Ligaments.

Fig. 3. Weiblicher Genitalapparat eines jungen befruchteten Thieres an der Stelle, wo die noch paarigen aber nicht mehr symmetrischen Eileiter in das Ligamentum suspensorium einmünden, 240 Mal vergrössert. *a* Der stärker entwickelte, *b* der verkümmerte Eileiter, *c* die accessorischen Drüsen.

Fig. 4. Uebergangsstelle des Ligamentum suspensorium in die noch symmetrischen Eileiter bei einem etwas jüngeren Thier, 160 Mal vergrössert. *a* Die Eileiter; *b* die verklebten oberen Mündungen derselben, *c* die accessorischen Drüsen.

Fig. 5. Der Copulationsapparat eines jungen Weibchens, 200 Mal vergrössert. *a* Die Zellen (oder Kerne) in den Muskelbündeln.

Fig. 6. Das Maschengewebe des Ligamentum suspensorium eines alten Weibchens, 240 Mal vergrössert.

Fig. 7—14. Die Entwickelung und Befruchtung der Eihaufen und die Entwickelung der Eier, 320 Mal vergrössert.

Fig. 15—21. Die Entwickelung des Embryo im Ei und die Schalenbildung um dasselbe, 500 Mal vergrössert.

Fig. 22. Der aus der Schale 21 ausgetretene Embryo, 750 Mal vergrössert.

Fig. 23—28. Entwickelung der Samenzellen und Samenfäden, 160 Mal vergrössert.

Tafel XXIV.

Fig. 1. Scheide mit befruchteten und frei gewordenen Eiern von einem alten Thiere, 40 Mal vergrössert. *a* Die obere, *b* die untere Erweiterung.

Fig. 2. Weiblicher Copulationsapparat von einem jungen Thiere, 160 Mal vergr.

Fig. 3. Der männliche Geschlechtsapparat im Zusammenhange mit der Rüsselscheide, 20 Mal vergrössert. *a* Die Hoden, *b* Ganglienzellen in der Wand des Ligamentum, *c* die Vasa deferentia, *d* deren Samenblasenerweiterungen, *e* die accessorischen Drüsen, *f* die zurückgezogene Bursa copulatrix, *g* blasenförmiger Anhang des Vas efferens (Samenblase?).

Fig. 4. Unteres Ende des männlichen Geschlechtsapparates im retrahirten Zustand aber frei präparirt, von einem jungen Thiere, 200 Mal vergrössert. *a* Die Vereinigung der Vasa deferentia, *b* die Ruthe, *c* die Saugnäpfe der Glocke.

Fig. 5. Vorgestülpter Copulationsapparat eines älteren Thieres, 160 Mal vergrössert. *a* Ganglienzellen am Rande der Glocke, *b* Penis, *c* Haftnäpfe.

Fig. 6. Verbindung der Rüsselscheide mit dem Ligamentum. *a* Das Gehirn, *b* das Ligamentum. 120 Mal vergrössert.

Fig. 7—10. Verschiedene Haken des Rüssels von Echinorhynchus proteus, 250 Mal vergrössert.

Fig. 11 und 12. Stacheln vom Halse des E. polymorphus, 650 Mal vergrössert.

Fig. 13. Haken des Rüssels von E. polymorphus, 500 Mal vergrössert.

Ueber einige Schizopoden und niedere Malacostraken Messina's.

Von

Prof. Dr. **C. Claus**.

Mit Taf. XXV—XXIX.

1. Phyllosomen.

Bekanntlich wurde die Ordnung der Stomapoden, welch in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit der Zoologen aus mehrfachen Gründen in Anspruch genommen hat, zuerst von *Latreille*[1]) unterschieden und ausschliesslich auf die damals bekannten Squillidengattungen Squilla und Erichthus beschränkt. Die Abgrenzung von Kopf und Rumpf, die Scheidung des Kopfes in zwei Abschnitte, von denen der vordere die Antennen und die Augen trägt, endlich die Form und Lage der Kiemen als Anhänge am Abdomen, das waren die Charaktere, durch welche diese Gruppe den ebenfalls gestieltäugigen Decapoden gegenüber als selbstständige Ordnung begründet wurde. Während *Lamarck*[2]) und *Desmarest* diese Auffassung *Latreille*'s unverändert adoptirten, sah sich *Milne Edwards*[3]) zu einer wesentlichen, freilich keineswegs glücklichen, Modification derselben veranlasst. Indem er einseitig den Mangel eines geschlossenen Kiemenraumes am Thorax in den Vordergrund stellte, konnte er die Schizopoden, welche in *Latreille*'s System eine Abtheilung der Décapodes macroures bildeten und die Phyllosomen, welche mit den Squilliden kaum einen positiven Charakter gemeinsam haben, in die Ordnung der Stomapoden hineinziehn. Die Gruppirung von *Milne Edwards* schien für die Folge massgebend zu werden; auch *Dana*[4]) nahm dieselbe an, wenn er in seiner Subclasse der Podophthalmia die Ordnungen der Eubranchiata und Anomobranchiata unterschied und für die geläufigen Namen der Decapoden und Stomapoden neue Bezeichnungen schuf. Die Anomobranchiaten liess

1) *Cuvier*, Règne animal; III volume.

2) Hist. nat. des animaux sans vertèbres. T. V.

3) Hist. nat. des crustacés.

4) United States exploring expedition. T. I. 1852.

er sogar in dieselben drei Untergruppen zerfallen, welche als Squilloïdeen, Mysideen und Amphionideen aufgeführt wurden. Indess nahm der Inhalt der Stomapodenordnung bald eine rückläufige Bewegung, um wieder auf den ursprünglichen *Latreille*'schen Umfang beschränkt zu werden. Nach der Entdeckung der Metamorphose, welche viele langschwänzige und kurzschwänzige Decapoden erleiden, wurde der natürliche Anschluss der Schizopoden an die Decapoden erkannt, die Uebereinstimmung der kiemenlosen Mysideen mit den Jugendformen der Caridinen (*Joly*) war so evident, dass *Milne Edwards*[1]) selbst seine frühere Umgestaltung der *Latreille*'schen Stomapodenordnung zurücknahm und auch die Phyllosomen und Amphionen zu den Decapoden herüberzog. Die letzteren Typen sollten nach unserem Forscher den Werth einer Anhangsgruppe erhalten und eine intermediäre Stellung zwischen den Decapoden und Stomapoden einnehmen. Inzwischen ist allerdings die Selbstständigkeit derselben in hohem Grade zweifelhaft geworden. *Gerstaecker*[2]) hob zuerst die Aehnlichkeit der Phyllosomen mit den von *Couch*[3]) beschriebenen und abgebildeten Larven von Palinurus hervor, und *Coste*[4]), welcher aus den Eiern derselben Gattung junge Phyllosomen gezogen haben will, erkennt geradezu in Phyllosoma die Larve der Languste. Natürlich musste eine so auffallende Angabe das Interesse der Zoologen in hohem Grade auf sich lenken, nicht weil die sonderbaren Krebsformen auf Larven zurückgeführt wurden, — wiesen doch schon die fehlenden Geschlechtsorgane auf die Larvennatur hin — sondern weil sie bei der Grösse ihres Leibes, der bei einigen Formen des Indischen Meeres 2 bis 3 Zoll lang wird, und bei der überaus zarten und flachen Körperform in den Entwicklungskreis der Panzerkrebse gehören sollten.

Die Untersuchung mehrerer in der hiesigen zootomischen Sammlung befindlichen mediterranen Phyllosomen, welche ich schon vor 2 Jahren unternahm, überzeugte mich auch bald durch die Form der Mundtheile und der hinteren Extremitäten, dass diese Geschöpfe Entwicklungsstadien vertreten. Ich unterliess indess die genauere Beschreibung, weil nach *Coste*'s kurzen Mittheilungen eine ausführliche Entwickelungsgeschichte von Palinurus zu erwarten stand. Da diese bis jetzt ausgeblieben ist, will ich mit meinen Beobachtungen nicht länger zurückhalten, um so weniger, als ich inzwischen in Messina mit sehr kleinen $1\frac{1}{2}$—2 mm. langen Jugendformen von Phyllosoma bekannt wurde und sich mir die Gelegenheit bot, die Embryonen von Palinurus mit denselben zu vergleichen. Leider kann ich den Gegenstand nicht zum vollen Abschluss bringen, und die nachfolgenden Mittheilungen machen keinen weiteren

1) Ann. des sciences natur. 1852. pag. 123.
2) *Gerstaecker*, Jahresbericht. Archiv für Naturgeschichte 1858.
3) Natur. hist. review IV etc.
4) Comptes rendus 1858.

Anspruch, als die Frage von der Natur und Abstammung der Phyllosoma von Neuem anzuregen; höchstens dass das Bild von der freien Metamorphose, in welcher sich die Phyllosoma entwickelt, eine gewisse Abrundung erhält.

Im Monat December tragen die Langusten ihre Eierträubchen, und ich hatte zu dieser Zeit Material in Menge, die sich entwickelnden Keime zu untersuchen. Leider gelang es mir nicht, die Larven bis zum Ausschlüpfen zu bringen, indess reichten die älteren Embryonalstadien zum Vergleiche mit den jüngsten frei im Meere gefischten Phyllosomen aus. An dem Körper dieser Embryonen, deren Dottersack noch einen bedeutenden Umfang besitzt, sind schon alle Segmente des Leibes der Anlage nach bezeichnet, und alle Gliedmaassen mit Ausnahme der letzten beiden Fusspaare und der Schwimmfüsse des Abdomens vorhanden. Die hintere Hälfte des Leibes vom Segmente des zweiten Kieferfusses an ist nach vorn umgeschlagen und bedeckt die Brustfläche des ganzen Vorderleibes. Die grossen Seitenaugen zeigen eine weit vorgeschrittene Differenzirung ihrer Theile, der Augennerv und seine Anschwellung, die Nervenstäbe, der Pigmentkörper und die aus ihm hervorragenden Krystallkegel markiren sich unverkennbar. Zwischen denselben tritt scharf umschrieben das Gehirn mit dem zweitheiligen medianen Auge und den mächtigen unteren Längscommissuren hervor, seiner Gestalt und Lage nach mit dem Nervencentrum der jungen Phyllosomen übereinstimmend, während die grossen Seitenaugen eine weit gedrungenere und kürzere Form besitzen. Die beiden Antennenpaare besitzen eine ansehnliche Grösse, namentlich das zweite mit einem kleinen Nebenanhang versehene Paar, an dem übrigens ebenso wenig wie an den nachfolgenden Gliedmaassen eine deutliche Gliederung erkannt wird. Zu den Seiten der Oberlippe liegen die kolbigen Mandibeln, zu denen der zweilappigen Unterlippe die dreifach ausgebuchteten Maxillen des ersten Paares. Grösser und gestreckter sind die unteren Maxillen (Taf. XXV. Fig. 1 (2)), deren Spitze in zwei Zipfel ausläuft, schmächtiger, aber von derselben Länge sind die ersten Maxillarfüsse (1′), an deren Rückenfläche eine kurze Knospe die Anlage eines Nebenastes bezeichnet.

Die fünf folgenden Gliedmaassenpaare, morphologisch also die zweiten und dritten Maxillarfüsse und die drei vorderen Gehfüsse, verhalten sich ziemlich gleichartig und mögen kurzweg als Füsse bezeichnet werden. Von ihnen bleibt der vordere am kürzesten und ebenso wie der etwas längere letzte Fuss mit sehr rudimentärem Nebenaste. Umfangreicher sind die gespaltenen mit langem Nebenanhang versehenen mittleren Gliedmaassen (3′, 1″, 2″). Der hintere undeutlich in 8 Querglieder gesonderte Körpertheil, welcher unverkennbar den beiden hinteren Segmenten der Brust und dem gesammten Abdomen entspricht, verschmälert sich nach dem Ende zu und läuft in zwei conische Fortsätze aus.

Der auseinandergelegte Körper misst von der Stirn bis zur Schwanzspitze etwa $1\frac{1}{2}$ mm.

Die jüngsten Phyllosomen (Fig. 2, 3), welche ich im freien Meere antraf, weichen nun allerdings von den beschriebenen Embryonen sehr bedeutend ab. Vorder- und Mittelleib haben schon vollständig die flache charakteristische Scheibenform der Phyllosoma und sind etwa $1\frac{1}{3}$ mm. lang, der Hinterleib aber zeigt nicht nur ein ganz anderes Grössen-Verhältniss zum Mittelleib als bei den Embryonen, sondern ist auch weit mehr rudimentär und kaum $\frac{1}{3}$ so lang als dort, er bildet einen kurzen dem Abdomen der Laemodipoden vergleichbaren Stummel mit sehr undeutlicher Anlage der vorderen Ringe.

Und ebenso verschieden von den Embryonen des Palinurus verhalten sich die Gliedmaassen. Die vorderen Antennen, welche dicht neben den langgestreckten Stielen der Facettenaugen entspringen, sind noch einfach und ungegliedert, aber wohl um das Vierfache länger als die sehr kurzen unteren oder äusseren Antennen, sie tragen an ihrer Spitze eine Gruppe langer Fäden und laufen am Innenrande in einiger Entfernung von dem Ende in einen langen Dorn aus. Die unteren Fühlhörner dagegen erscheinen im Verhältniss zu denen der Palinurusembryonen sehr verkürzt und enden mit winklig umgebogener, eine Randborste tragender Spitze. Von den Mundtheilen folgen Oberlippe, die beiden Mandibeln, Unterlippe und die vorderen Maxillen dicht aufeinander, zu einem fast herzförmigen Wulste in der Mitte des Kopfschildes zusammengedrängt. Die Maxillen zeigen deutlich zwei mit Borsten besetzte Laden. In einem mässigen Abstande[1]) erhebt sich dann ein neues Gliedmaassenpaar (Fig. 2 (2)), welches aus einem cylindrischen Stiele und einem sehr kurzen mit 4 langen Borsten bewaffneten Endgliede besteht.

Aus einem älteren später zu beschreibenden Stadium wird es wahrscheinlich, dass diese Gliedmaasse der zweiten Maxille entspricht. Der dem ersten Maxillarfusse gleichwerthige Anhang fehlt in diesem Alter vollständig, wir werden denselben erst auf einem späteren Stadium als einen cylindrischen Zapfen hervorsprossen sehen. Der auf die Maxille folgende Anhang ist evident der zweite Maxillarfuss, die erste der längeren, fussartigen Gliedmaassen, was nicht nur aus der Zahl der Extremitäten, sondern aus dem Vergleiche mit den grösseren Phyllosomen hervorgeht. Dieser Fuss ist kurz, etwa so lang als der Vorderkörper und ebenso wie der nächste bis zu der Augenspitze reichende Fuss einästig und fünfgliedrig. Die drei nachfolgenden Gliedmaassen aber, welche den drei vorderen Gehfüssen der Decapoden entsprechen, bestehen aus 6 Gliedern, und tragen mit Ausnahme des letzten auf dem zweiten Abschnitt einen ansehnlichen Nebenast (Fig. 2), dessen obere Hälfte in 5 Glieder gesondert mit längeren Borsten besetzt ist. Alle diese Gliedmaassen sind

1) In der Abbildung ist er etwas zu gross ausgefallen.

ziemlich reich bedornt und enden mit einem kurzen Krallengliede. Die inneren Organe verhalten sich im Allgemeinen ähnlich, aber einfacher als die entsprechenden Theile der älteren Stadien. Das Gehirn erscheint weit gestreckter und relativ viel umfangreicher als dort, die beiden Hälften besitzen noch nicht die breite dreieckige Form des späteren Alters und werden in der Medianlinie des Vorderrandes durch das ihnen aufliegende Entomostrakenauge verbunden. Nach unten folgen die zwei Commissurstränge, welche verhältnissmässig breit und kurz sind, schon im unteren Theile des Kopfbrustschildes gehen sie in den Bauchnervenstrang über (*N*), welcher noch eine sehr gedrungene massive Form zeigt, aber in seiner unteren Hälfte schon eine deutliche Gliederung in Gangliengruppen hervortreten lässt. Vergleichen wir den Bauchstrang der älteren Phyllosomen, welche *Audouin*, *Milne Edwards* und *Gegenbaur* zur Untersuchung gedient haben, so sind offenbar von den im Mittelleib gelegenen 12 Ganglienpaaren, das 8te, 9te und 10te, oder was dasselbe ist, das 2te, 3te und 4te der unteren Gruppe[1]) als Ganglienpaare gesondert. Die obere Masse des Bauchstrangs lässt eine Sonderung von Ganglienpaaren nicht deutlich erkennen, während der untere dem 11ten und 12ten Paare entsprechende Theil eine schmale, unmittelbar vor dem stummelförmigen Abdomen gelegene Anschwellung bildet. Die im Abdomen gelegene hintere Gruppe des Bauchstranges scheint in diesem Alter noch nicht zur Differenzirung gelangt. Dass übrigens die gegebene Zurückführung der vorhandenen Ganglien richtig ist, geht aus dem Verlaufe ihrer Nerven, welche die den drei ersten Gehfüssen entsprechenden Gliedmaassen (1″ 2″ 3″) versorgen, hervor. Die beiden hinteren jetzt noch fehlenden Füsse erhalten ihre Nerven nach *Gegenbaur* vom 11ten und 12ten Ganglion und der drittletzte Fuss vom 10ten Ganglienpaare, durch welches die grosse Baucharterie hindurchtritt. Das Ganglion, dessen Nervenstämme zu der hinteren Gliedmaasse unserer Larve treten, enthält die Durchgangsöffnung für die grosse Baucharterie, folglich ist dasselbe identisch mit dem 10ten Ganglienpaare der Bauchkette und der hintere Fuss mit dem drittletzten Fusse, was nicht nur mit der vorausgeschickten Zurückführung der vorderen Extremitäten stimmt, sondern auch vollständig durch die weitere Entwickelung der Phyllosomen bestätigt wird. Die Sinnesorgane beschränken sich auf das grosse gestielte Facettenauge, den medianen Pigmentfleck des Gehirnes und die Tastfäden der vorderen Antennen. Ein Gehörorgan in der Basis der oberen Antenne fehlt.

In dem Kopfbrustschilde der älteren Phyllosomen findet sich als Anhang des Darmcanales ein complicirtes, bilateral vertheiltes System von Schläuchen und Canälen, welches von *Guerin* zum Kreislaufe gerechnet, von *Gegenbaur* dagegen als Leber in Anspruch genommen wurde. Diese

1) Vergleiche *Gegenbaur*, Organisation von Phyllosoma. *Müller*'s Archiv 1858. Taf. IV, Fig. f.

Drüse tritt an den jüngsten Phyllosomen in einer höchst einfachen Form auf, aus welcher das Verhältniss derselben zum Darmcanale leicht abzuleiten sein möchte. Der in diesem Körperabschnitte liegende Magen stülpt sich nach oben in zwei einfache Säcke (*a*) und nach jeder Seite in einen weiten vierlappigen Anhang aus, dessen mit Zellen besetzte Wandung offenbar die Verdauungsfläche darstellt. Die Weite und Contractilität dieser seitlichen Ausstülpungen des Darmrohres schliesst sich unmittelbar den Magenfortsätzen bei zahlreichen Copepoden an, und es ist leicht von dem einfachen Blindsack an bis zu dieser Form der Verzweigung die Reihe der Uebergänge zu schliessen. Wie bei den complicirten Magenverästelungen von Argulus haben wir es mit Divertikelbildungen des Darmcanals zu thun, welche, wenn nicht ausschliesslich, jedoch zum grössten Theile die Verdauungsfläche selbst bilden. Es folgt daraus, dass wir dieses System von Schläuchen mit mehr Recht einen drüsenartig verästelten Magen nennen, denn die Bedeutung desselben ist keineswegs auf die Function der Leber beschränkt. Auf diesen am unteren Rande noch in zwei kurze Divertikel (*b*) ausgestülpten Magen folgt das lange (*c*) und enge Darmrohr, welches an der Spitze des Abdomens zwischen zwei Furca-ähnlichen Anhängen mündet.

Von Drüsen verdient ein länglich kolbiges Säckchen (*α*) am Grunde der unteren Antenne unsere besondere Aufmerksamkeit. Dasselbe erstreckt sich mit seinem vorderen Ende in einen kleinen höckerartigen Fortsatz der Antenne und bildet das homologe Organ zu dem gewundenen Drüsenschlauche von Gammarus und der grünen Drüse des Flusskrebses, freilich in seiner einfachsten und primitiven Form. Wir werden dasselbe nicht nur an den älteren Stadien der Phyllosomen in complicirterer Gestalt wiederfinden, sondern auch von einer Reihe anderer Malacostraken zu erwähnen haben.

Auch die Organe des Kreislaufes verhalten sich weit einfacher, als in den späteren Stadien, im allgemeinen Typus allerdings jenen ähnlich, aber doch mit wesentlichen Abweichungen. Anstatt der drei vorderen Arterien entspringt am vorderen Pole im Kopfbrustschilde ein einziges Gefäss als Kopfarterie, während sich der hintere Theil des Herzens zu einem ansehnlichen Rückengefässe verlängert, aus welchem nicht weit vom unteren Rande des breiten Mittelkörpers die grosse Baucharterie austritt. Diese biegt sich links um den Darm, durchsetzt das entsprechende Ganglienpaar und läuft in der Medianlinie auf der Bauchfläche nach vorn, um nach den letzten vier Fusspaaren Seitenäste abzusenden. Weder nach vorn noch nach hinten in das rudimentäre Abdomen habe ich weitere Ausläufer und Aeste der Baucharterie verfolgen können. Am Herzen selbst wurden mit Sicherheit nur zwei venöse Oeffnungen beobachtet, Capillarnetze dagegen überhaupt nicht gesehen. Unterhalb der Stirn spaltet sich die mediane Aorta in zwei zu den Augenstielen tretende Arterienstämme, aus welchen jederseits ein Seitenzweig in die vordere An-

tenne abgegeben wird. Wir sehen an den Kreislaufsorganen dieser Altersstufe eine bedeutende mit Modificationen des Gefässverlaufes verbundene Vereinfachung, die allerdings sehr merkwürdig bleibt und nur im Zusammenhange mit der geringen Körpergrösse und der einfacheren Bildung aller übrigen inneren Organe erklärlich wird. Etwas weiter vorgeschrittene Phyllosomen von 3,5 mm. Länge und fast 2 mm. Breite, deren Untersuchung freilich nicht am lebenden, sondern an in Alkohol conservirten Objecten ausgeführt wurde, weichen in einer Reihe von Merkmalen von den jüngsten Stadien ab und bereiten als Zwischenformen die Eigenthümlichkeiten der grösseren und älteren Phyllosomen vor. Das Gehirn hat eine kürzere und breitere Form erhalten, trägt aber noch das mediane Entomostrakenauge an seinem vorderen Rande. An den vorderen Antennen tritt ein gesonderter Basalabschnitt auf, die unteren Antennen sind weiter nach der Stirn heraufgerückt und zwar noch kürzer als die oberen, aber ebenfalls wie diese zweigliedrig. Der basale Höcker und einmündende Drüsensack besitzen im Wesentlichen auch noch die Gestalt des früheren Alters. Dagegen bieten die Mundtheile einige Besonderheiten. Die oberen Maxillen (Taf. XXVI. Fig. 5 (1)) tragen ausser den beiden inneren Laden ein tasterartiges apicales Glied, die unteren (2) besitzen doppelte Abschnitte, einen basalen mit innerem Kaufortsatz und eine obere fast dreieckige mit langen Borsten besetzte Platte.

Auch die vorderen Maxillarfüsse (1 ¹) sind als Rudimente unter den breiten Maxillen vorhanden und zwar in Gestalt kurzer papillenartiger Zapfen; an den zweiten Maxillarfüssen hat sich namentlich der zweite Abschnitt merklich gestreckt. Wesentlicher erscheinen die Maxillarfüsse des dritten Paares verändert, indem sie wie die nachfolgenden Füsse einen gefiederten Nebenanhang tragen. Was dieselben von den zwei nachfolgenden Fusspaaren leicht unterscheidet, ist die Kürze und schwache Bewaffnung ihres Klauengliedes; bei den letzteren verlängert sich dasselbe hakenförmig und gewinnt einen beträchtlichen Umfang. Auch das hintere Fusspaar, dessen Klauenglied schwächer bleibt, besitzt einen freilich noch unbefiederten und zweigliedrigen Nebenast. An den Basalgliedern aller dieser Extremitäten erhebt sich ein ansehnlicher Dorn. Auch von dem vierten und fünften im jüngsten Alter vollständig fehlenden Decapodenfüssen wird jetzt die erste Anlage sichtbar in Form zweier Knospenpaare (4″ 5″), welche zwischen dem hinteren Gliedmaassenpaare und der Basis des Abdomens entspringen. Das Abdomen zeigt sich deutlich in 6 Ringe gegliedert, und endet mit einer etwas verschmälerten Platte, auf deren ventraler Seite die Afteröffnung liegt. Zwei seitliche sehr kurze Fortsätze am unteren Rande dieser Platte scheinen den verkümmerten Furcalgliedern zu entsprechen.

Die inneren Organe bieten, so weit sie verfolgt werden konnten, eine complicirtere Form, als im jüngeren Stadium, die Ausstülpungen des Darmes erscheinen in weit reicheren Verzweigungen, die oberen ein-

fachen Schläuche verlängern sich in sanfter Krümmung bis zu den Drüsen der unteren Antennen. Die Commissuren des Nervenstranges sind langgestreckt, in dem unter dem Schlunde gelegenen Theil des Nervencentrums tritt auch das 7te Ganglion deutlich hervor, die Anlagen des 11 und 12 Ganglions haben eine bedeutendere Grösse gewonnen.

Um das Bild von der Metamorphose der Phyllosomen zu vervollständigen, mögen sich einige Bemerkungen über ältere Phyllosomen des Mittelmeeres anschliessen, welche um so mehr am Platze sein möchten, als sie sich auf dieselben Formen beziehen, an welchen *Gegenbaur* seine Beobachtungen über die innere Organisation ausgeführt hat. Die Beschreibung des gesammten Baues, welche von *Gegenbaur* unterlassen wurde, wird daher auch eine erwünschte Ergänzung zu der Abhandlung desselben liefern. Bei der offenbar complicirten Metamorphose, welche die Phyllosomen in freier Entwickelung erleiden, entspricht natürlich der inneren Organisation eine bestimmte Stufe der morphologischen Gestaltung, deren Kenntniss zur richtigen Würdigung der ersteren offenbar nothwendig wird. *Gegenbaur* hielt seine Phyllosomen trotz einiger Abweichungen mit der von *Risso* beschriebenen Ph. mediterraneum identisch, glaubte aber vorzüglich nach der Länge und Breite des Abdomens zwei Varietäten unterscheiden zu können.

In der That treten diese Unterschiede an den drei von *Gegenbaur* untersuchten und in der zootomischen Sammlung zu Würzburg aufbewahrten Phyllosomen deutlich hervor, aber ausser ihnen noch sehr bedeutende Abweichungen der Leibesform und Gliedmaassenbildung, durch welche die Identität der Art mehr als zweifelhaft wird.

Zwei der vorhandenen Exemplare gehören offenbar in dieselbe Art und wahrscheinlich sogar in die Entwickelungsreihe der oben beschriebenen Jugendstadien. Die kleinere Form erreicht eine Länge von 14 mm. bei einer Breite von nur $6\frac{1}{2}$ mm. und unterscheidet sich von den Phyllosomen von $3\frac{1}{2}$ mm. Länge nicht nur durch die Grösse des Kopfbrustschildes und durch die vorgeschrittene Ausbildung der hinteren 2 Extremitätenpaare und des Abdomens, sondern durch Form und Lage der Antennen und durch den Bau der Mundesgliedmaassen. Im Allgemeinen erscheinen die Augenstiele im Verhältniss zum Körperumfang schmächtiger, die äusseren Antennen sind näher an den Stirnrand heraufgerückt und bedeutend länger als die inneren Fühlhörner. Diese bestehen aus einem dreigliedrigen Stiele und zwei kurzen apicalen Anhängen. Die äusseren Antennen tragen auf einem ebenfalls dreigliedrigen Stiel eine längere dünnere Geissel. Von den Mundtheilen zeigen die hinteren Maxillen und vorderen Kieferfüsse eine veränderte Form. An den ersteren hat sich die trianguläre Platte des früheren Stadiums in einen oberen zugespitzten Zipfel und in einen unteren abgerundeten Lappen verlängert, ansehnliche Borsten umsäumen ihren Rand und vergrössern die Aehnlichkeit mit dem dorsalen Branchialanhang des Phyllopodenfusses. Der Kautheil des ver-

breiterten Basalabschnittes zieht sich in drei bis vier, mit kurzen Spitzen besetzten Höckern aus (Fig. 9). Der Maxille folgt der vordere Maxillarfuss, welcher zuletzt von den Mundwerkzeugen entstanden, in dem früheren Alter durch eine kurze Papille vertreten war. Jetzt ist dieselbe zu einem langgestreckten Stiele ausgezogen, der an einem breiten zweihöckerigen Wulste entspringt (Fig. 10). Der relativ noch kurze Kieferfuss, sammt dem vorderen Abschnitt des Mittelleibes unter dem Kopfbrustschilde verdeckt, erreicht fast die Länge des ersten Fusses, von dem er sich indess durch seine viel geringere Dicke und die schwächere Bewaffnung des Klauengliedes unterscheidet. Der erste und zweite Fuss endet wie in dem früheren Alter mit einem fast hakenförmig verlängerten Krallengliede, welches namentlich an dem bei weitem stärksten zweiten Fusse in die Augen fällt. Die zwei hinteren Gliedmaassen, welche wir in ihrer Anlage als einfache Wülste auftreten sahen, sind jetzt zwar noch kurze, aber deutlich gegliederte Füsse. Der obere umfangreichere trägt sogar schon den Nebenanhang, entbehrt indess noch ebenso wie der einfache und kürzere Fuss des letzten Paares der Sonderung des Krallengliedes.

Am meisten hat sich inzwischen das Abdomen verändert, indem es nicht nur in seine Segmente gegliedert ist, sondern auch vier zweigespaltene Extremitätenpaare sowie einen normalen Fächer entwickelt hat.

Die zweite der mir vorliegenden Phyllosomen von 21 mm. Länge und 10 mm. Breite (Fig. 8) repräsentirt offenbar einen weiter vorgeschrittenen Zustand derselben Species. Freilich scheint die Form des ansehnlich gestreckten Kopfbrustschildes, unter welchem sich auch die Basis des ersten Fusspaares verborgen hat, auf den ersten Anblick wesentlich von der ersteren verschieden, allein die Betrachtung der Gliedmaassen führt bald zur Ueberzeugung von der Zugehörigkeit in die Entwickelungsreihe derselben Art zurück. Die Antennen sind mächtig verlängert, namentlich die äusseren, deren Geissel eine innere Gliederung vorbereitet und fast die Länge des Kopfbrustschildes erreicht. Die Mundwerkzeuge (Fig. 9, 10) schliessen sich denen der betrachteten Phyllosoma vollständig an, ebenso die Füsse, an deren Basalgliedern inzwischen von den Maxillarfüssen des zweiten Paares an kurze dunkle Schläuche hervorgewachsen sind. Ohne Zweifel bilden diese Anhänge, welche an dem dritten Maxillarfusse, an dem ersten und zweiten Fusse sogar in doppelter Zahl auftreten, der hinteren Extremität indessen noch fehlen, die Anlagen der Kiemen, als deren morphologische Analogie von *Gegenbaur* mit Unrecht die gefiederten Anhänge betrachtet waren. Endlich kann der beträchtlich grössere Umfang des Abdomens und der beiden letzten Fusspaare ebenfalls nur im Sinne einer weiter vorgeschrittenen Entwicklung gedeutet werden.

Betrachten wir endlich die dritte und grösste Form, deren Körperlänge sich auf 24 mm. bei einer Breite von ca. 15 mm. beläuft, so haben

wir in ihr, wie schon oben bemerkt, ein ganz verschiedenes einer anderen Art zugehöriges Thier. Die eigenthümliche Form des Kopfbrustschildes (Taf. XXVII. Fig. 11), dessen Vorderrand die grösste Breite besitzt, nicht minder die Gedrungenheit der Gliedmaassen, die Kürze ihrer Krallenglieder, endlich die Breite des Abdomens sowie der abweichende Bau der Antennen und Mundtheile liefern zum Beweis der Artverschiedenheit hinreichend genügende Anhaltspunkte. Dieselbe gehört in die Reihe der Phyllosomen, deren äussere lamellöse Fühlhörner sich zu denen der beschriebenen Phyllosomen ähnlich verhalten, wie die nämlichen Organe von Scyllarus zu denen von Palinurus. Wenn es wahr wäre, dass die eine Reihe die Larvenform von Palinurus bildet, so würde es sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich haben, diese Form als die Larve von Scyllarus anzusehen.

Die vorliegende Phyllosome ist offenbar unter allen bisher betrachteten am weitesten in der Entwicklung vorgeschritten, was nicht nur durch die Grösse des Abdomens, sondern durch die Ausbildung der hinteren Fusspaare sogleich in die Augen fällt. Das letzte Fusspaar ist allerdings noch kurz und ohne Nebenast, das vorletzte aber (Fig. 11 (4'')) den vorausgehenden völlig gleich. Dagegen erscheinen die unteren Mundwerkzeuge in der Entwicklung etwas zurückgeblieben (Fig. 12), die Maxillen des zweiten Paares bilden einen breiten aber der Randborsten noch entbehrenden ohrförmigen Lappen, kleiner und den vorausgehenden Maxillen ähnlich sind die oberen Kieferfüsse, die zweiten und sehr langen und schmächtigen dritten Kieferfüsse entbehren des gefiederten Nebenastes. Was die innere Organisation anbetrifft, so finden *Gegenbaur*'s Angaben vorzugsweise auf die vorliegende Form ihre Anwendung. Nach den in Fig. 3 seiner Abhandlung gegebenen Körperumrissen scheint es, als ob dieselbe für die Darstellung der Kreislaufsorgane zur Grundlage gedient habe. Zur Ergänzung will ich übrigens hervorheben, dass die zwei oberen schlauchförmigen Ausläufer des Darmes von *Gegenbaur* übersehn wurden. Wie in der Jugendform mittleren Alters sind dieselben auch in den älteren Thieren sichtbar, aber als enge langgestreckte Canäle, welche sich bis zur Drüse der hinteren Antennen erstrecken und in ihrer Umgebung gabelförmig spalten. Ueber den unteren traubenförmigen Drüsenanhang des Darmes, dessen Bedeutung nicht bekannt wurde, liegen mir keine Beobachtungen vor. Sicher aber ist die Vermuthung *Leydig*'s, nach welcher dieser Anhang das Analogon der grünen Drüse sei, ganz irrthümlich. Die grüne Drüse, von *Gegenbaur* allerdings nicht gekannt, liegt am Grunde der zweiten Antenne unter dem auch schon bei jüngeren Formen erwähnten Tuberculum, an welchem sie wahrcheinlich ausmündet. Die Drüse hat in diesem Alter eine bedeutendere Grösse und einen weit complicirteren Bau als früher, indem sie in zahlreiche schlauchförmige Ausläufer und peripherische Läppchen gespalten ist. Gehirn, Commissuren und Bauchstrang schimmern in ihrem ganzen Verlaufe durch die Körper-

bedeckung hindurch, bemerkenswerth erscheint im Vergleich zu den jüngeren Phyllosomen der relativ geringe Umfang des Bauchstranges. Spuren einer Gehörblase, deren Vorhandensein neuerdings wieder von *Strahl*[1]) in der Masse des Gehirnes behauptet wird, sind mir nicht bekannt geworden. Allerdings gelang es bei der Untersuchung des Gehirnes in jedem Lappen einen Körper, ähnlich der *Strahl*'schen Gehörblase, zur Abgrenzung zu bringen, allein derselbe entsprach einer Ganglieugruppe, wahrscheinlich derselben, welche bereits *Gegenbaur* als die mittlere Ganglieugruppe im Gehirne unterschieden hat. Zudem würde die Lage eines Gehörorganes in der Gehirnsubstanz wenigstens im Kreise der Arthropoden sehr auffallend erscheinen, indess bemerke ich, dass mir in jeder Gehirnhälfte der Gattung Calanella eine eigenthümliche, hellumgrenzte Concretion bekannt geworden ist, die möglicherweise auf die Natur eines Otolithen hinweist. Aus den Angaben *Strahl*'s lässt sich leider für die Natur des unterschiedenen Körpers nichts folgern, eine runde heller markirte Differenzirung der Substanz wird eben ohne weiteres Gehörblase genannt; ich werde später nachweisen, dass die in den oberen Antennen oder in den Schwanzplatten des Fächers gelegenen Gehörblasen ein complicirtes Verhalten der Nervenenden darbieten. *Krøyer*[2]) behauptet übrigens, dass bei Phyllosoma Gehörwerkzeuge hinter dem oberen sowohl als unteren Fühler unter dem Rückenschilde gelegen seien.

Fassen wir kurz die Resultate unserer Betrachtungen zusammen, so haben wir zunächst allerdings nicht entscheiden können, ob die Phyllosomen in den Entwickelungskreis der Panzerkrebse gehören oder nicht, immerhin aber wurde aus dem Vergleiche der jüngsten Phyllosomen mit den Embryonen von Palinurus die Zusammengehörigkeit unwahrscheinlich, nur unter der Bedingung einer sehr bedeutenden Veränderung und Rückbildung der vorderen Maxillarfüsse und anderer Gliedmaassentheile bleibt die Umbildung des Embryo's zu einer Phyllosoma denkbar. An diesen aber haben wir manche Eigenthümlichkeiten des Baues und eine complicirte freie Metamorphose nachgewiesen. Unter den ersteren möchten folgende Gesichtspunkte hervorzuheben sein:

1) Ein unpaares Entomostrakenauge sitzt dem Gehirne auf.

2) Die Drüse in der Basis der hinteren Antennen ist vorhanden.

3) Die zahlreichen sogenannten Leberschläuche der grösseren Phyllosomen werden anfangs jederseits durch vier Ausstülpungen des Darmes vorbereitet.

4) Ausser ihnen erheben sich zwei obere enge Schläuche als Ausstülpungen des Darmes.

5) Das Gefässsystem verhält sich in dem jüngsten Alter viel einfacher als in spätern Stadien und leidet eine bedeutende Umgestaltung.

1) Sitzungsberichte der Berliner Akademie. Dec. 1861. pag. 1068.

2) Beitrag zur Kenntniss der Krebsthiergattung Sergestes. *Giebel* u. *Heintz*' Zeitschrift 1856. pag. 415.

6) Ebenso das in dem früheren Alter relativ weit umfangreichere Nervensystem, in dessen Bauchstrang zuerst das zweite, dritte und vierte Ganglienpaar der unteren Hälfte zur Sonderung kommt, während die 6 Ganglien des Abdomens fehlen.

7) Die vorderen Maxillarfüsse und die beiden letzten Fusspaare sprossen erst während der freien Entwickelung hervor, dem ersten Alter fehlen dieselben ebenso wie die falschen Schwimmfüsse des Abdomens vollständig.

2. Eine flache Krebslarve und die Gattung Leucifer.

Im Anschluss an die Phyllosomen erlaube ich mir die Skizze eines flachen etwa 5 mm. grossen Krebses mitzutheilen (Fig. 13), die ich wegen der dornförmigen Ausläufer an den Seiten seines Kopfbruststückes und der Abdominalsegmente vorläufig als Acanthosoma bezeichne. Allerdings hat das Thier noch nicht das volle Maass seiner Grösse und Entwickelung erlangt und zeigt entschieden den Habitus eines späten Larvenalters, indess möchte die Zurückführung auf eine schon bekannte Krebsgattung kaum möglich sein. Das Thier misst von dem Stirnrande bis zur Schwanzspitze ungefähr 5 mm., hat einen flachen, fast schildförmigen Vorderleib mit allen zugehörigen Extremitätenpaaren und ein ansehnlich gestrecktes, aber noch fussloses Abdomen. Die langen, mit Stacheln bewaffneten Dornen, welche sich an der Stirn, auf der Rückenfläche und an der Seite des Körpers erheben, bin ich geneigt für Larvencharaktere zu halten. Die vorderen Antennen, etwa von der Länge des Kopfbruststückes, tragen sehr lange befiederte Borsten und enden mit zwei kurzen Spitzen. Die unteren seitlichen Fühlhörner sind bedeutend länger, achtgliedrig und mit einer dünnen Seitenlamelle versehen. Von den Mundtheilen entbehren die Mandibeln des Tasters. Die Maxillen besitzen innere lappenförmige Laden und einen kurzen dreigliedrigen Fuss. Von den Maxillarfüssen des zweiten Paares an sind die Extremitäten Spaltfüsse mit gefiedertem Nebenast. Der etwas stärkere viergliedrige Hauptast erreicht am dritten Maxillarfuss die bedeutendste Grösse und nimmt an den folgenden Füssen continuirlich an Umfang ab. Von den inneren Organen erwähne ich zunächst das unpaare mediane Auge als schmalen Pigmentstreifen am Vorderrande des Gehirnes. Der Darmcanal sendet ähnlich wie bei Phyllosoma zwei obere Schläuche in den vorderen Theil des Kopfes und trägt in der Gegend des Herzens ein Paar seitliche Lebersäckchen. Aus dem vorderen Ende des langgestreckten Herzens entspringen drei Kopfarterien, eine mittlere gerade und zwei seitliche in Biegungen verlaufende, während sich das hintere Ende in ein einfaches Gefäss des Abdomens fortsetzt.

Ueber die merkwürdige Gattung Leucifer Thomps., deren systematische Stellung noch immer nicht mit Sicherheit zu bestimmen ist,

will ich meine Beobachtungen an diesem Orte mittheilen, weil diese Crustaceenform mit den Schizopoden und deren Larven vieles gemeinsam hat und auch von *Milne Edwards* und *Dana* mit denselben systematisch zusammengestellt wurde. Wahrscheinlich ist die in dem Meere von Messina verbreitete Art mit dem von *Thompson* beobachteten L. typus des Atlantischen Oceans identisch, steht aber auch der als L. acestra von *Dana* beschriebenen Species des stillen Oceans sehr nahe. Bei einer Länge von 10—12 mm. zeigt unsere Art des Mittelmeeres (Taf. XXVIII. Fig. 21) ganz ähnliche Grössenverhältnisse der einzelnen Körpertheile als jene beiden Species. Ohne auf die hinlänglich bekannten Eigenthümlichkeiten einzugehen, welche die allgemeine Körperform und die Zahl der Gliedmaassenpaare bietet, wende ich mich sofort zu den Details einiger unzureichend untersuchten äusseren Körpertheile und der inneren Organisation. Die Antennen des ersten Paares, welche an dem dreispitzigen Stirnrande entspringen, besitzen einen langen Basalstiel, der um Weniges hinter den gestreckten Stielen der Facettenaugen zurückbleibt, diesem folgen zwei kurze aufgetriebene Glieder und eine lange vielgliedrige Geissel, an deren unteren Gliedern die zarten und blassen Fäden angebracht sind. In ihrer Basis liegt das schon von *Souleyet* und *Huxley* gekannte Gehörorgan. Die Antennen des zweiten Paares, mit sehr kurzem, dickem Basalgliede, tragen einen schmalen der Seitenplatte entsprechenden Nebenanhang. Ihr Hauptast besitzt ein kaum bis zur Hälfte des Augenstieles reichendes Wurzelglied und eine sehr lange dünne Geissel. Tief am Grunde des gemeinsamen Basalgliedes erhebt sich ein zarter meist rechtwinklig abstehender Cylinder, welcher dem sogenannten Hörcylinder des Flusskrebses und dem conischen Fortsatz der Antenne von Gammarus entspricht. Hier kann man sich nun sehr leicht und bestimmt überzeugen (Fig. 21), dass der cylindrische Anhang von einem Canal durchsetzt wird und ein geöffnetes Rohr darstellt, in welches der Ausführungsgang einer bereits von *Semper*[1]) erwähnten geschlängelten Drüse mündet. Offenbar gehört die Drüse mit dem oben erwähnten Säckchen von Phyllosoma, mit der grünen Drüse des Flusskrebses und Verwandten, sowie mit dem geknäuelten Canal des Gammarus in die gleiche Kategorie, und es ist sehr wahrscheinlich, dass sie unter den Malacostraken eine weite Verbreitung findet. Ich kenne dieselbe auch von einer in Messina häufig beobachteten Larve, welche zu der Gattung Sergestes zu gehören scheint, hier liegt sie als ein geschlängelter, kolbig verdickter Blindschlauch in das Basalglied der Antenne hineingerückt (Fig. 16). Bei Lucifer liegt die Drüse unter dem Stirnrande in der Umgebung des Gehirnes und verhält sich etwas complicirter, indem sie mehrfache Biegungen bildet und seitliche Ausläufer absendet. Der Bau der Drüse ist sehr einfach. Auf eine äussere structurlose Membran folgt die zellige Wandung mit grossen Kernblasen und körnigem Zellinhalt, dann das helle, relativ weite

1) Reisebrief aus Manila. *Siebold* u. *Kölliker*'s Zeitschr. 1862. p. 106.

Lumen, welches sich in den cylindrischen Anhang der Antenne hinein verfolgen lässt (Fig. 22).

Die Antennen und Mundwerkzeuge liegen in weitem Abstande, durch den stielförmig verlängerten Vordertheil des Körpers von einander getrennt. Wo dieser in das seitlich comprimirte, nach vorn erweiterte Kopfbruststück übergeht, erheben sich die Mundwerkzeuge, zunächst eine umfangreiche, kappenförmig vorragende Oberlippe, unter ihr die beiden tasterlosen Mandibeln und die Unterlippe. Die Mandibeln enden mit einer breiten, gekerbten Mahlfläche. Als accessorische Mundesgliedmaassen haben wir zwei Paare von Maxillen und Maxillarfüssen. Die vorderen Maxillen (Fig. 23) bestehen aus zwei mit Zähnen und Borsten besetzten Laden und einem kurzen cylindrischen Tasteranhang. Die unteren Maxillen (Fig. 24) besitzen einen ganz ähnlichen Kautheil, dessen unterer Lappen jedoch in zwei Stücke gespalten ist, tragen aber auf der Rückenfläche eine borstenrandige, zweizipflige Platte, die ich deshalb besonders hervorhebe, weil sie weder von *Dana* noch von *Milne Edwards* erwähnt wird. Die vorderen Maxillarfüsse (Fig. 25) sind kurz und zweigliedrig, ohne Nebenanhang. Das zweite Kieferfusspaar dagegen ist fussartig verlängert, knieförmig gebogen und nach aussen umgeschlagen. Ausser dieser eigenthümlichen Krümmung zeichnet sich dasselbe von den nachfolgenden Extremitäten durch den dichten Borstenbesatz aus. Wenn *Milne Edwards* von zwei Paaren kurzer und lamelleuser Maxillarfüsse spricht und denselben ein drittes fussartiges folgen lässt, so scheint er das zweite Maxillenpaar für die vorderen Kieferfüsse angesehen zu haben. Durch diesen Irrthum werden natürlich nicht nur die nachfolgenden Gliedmaassen unrichtig gedeutet, sondern überhaupt ihre Zahl um 1 zu hoch angegeben. *Milne Edwards* lässt daher nur das letzte Fusspaar am Thorax fehlen, während in der That, wie *Dana* richtig erkannt hat, die beiden letzten Paare ausfallen; es schliessen sich nämlich dem erwähnten gegen den Mund zurückgeschlagenen Fusse noch vier Paare von Füssen an, welche dem dritten Maxillarfusse und den drei vorderen Gehfüssen entsprechen. Diese sind nach gleichem Typus gebaut, dünn und langestreckt, ohne Nebenanhang und Kiemensäckchen. Das zweite Paar bleibt am kürzesten, die beiden unteren erreichen die bedeutendste Länge und sind wieder durch die Bewaffnung der Spitze verschieden. Das letzte Paar endet mit einer kleinen Zange, indem ein hakenförmig gebogenes, borstentragendes Klauenglied einem kurzen Fortsatz gegenübersteht (Fig. 26). Alle aber sind sie in ihrer gesammten Länge mit einer Doppelreihe von langen Borsten besetzt.

Der Mangel der vier hinteren Decapodenfüsse ist übrigens eine höchst bemerkenswerthe Thatsache, natürlich den ausgebildeten Zustand des Krebses vorausgesetzt. Wir würden eine für gewisse Larvenstadien charakteristische Stufe der morphologischen Gliederung am geschlechtsreifen Thiere persistiren sehen. Der gesammte Eindruck, den die Beschaffen-

heit des Leibes, der Bau der Gliedmaassen und vor Allem die unverhältnissmässige Grösse des Abdomens macht, bleibt immer der einer Krebslarve, erst die Beobachtung der Geschlechtsstoffe kann die Natur des ausgebildeten Körpers entscheiden. Nun haben allerdings schon ältere Autoren Männchen und Weibchen unterschieden, aber auf Grund von Abweichungen äusserer Körpertheile. *M. Edwards* erwähnt für das vordere Fusspaar des Abdomens einen bizarren Anhang des Basalgliedes und nimmt die Formen mit dieser eigenthümlichen Bildung als Männchen in Anspruch. *Dana* fügt zu diesem Charakter des Männchens noch einen zweiten hinzu, den Besitz von zahnartigen Vorsprüngen am ventralen Rande des sechsten Abdominalsegmentes. Er beschreibt ferner am Anfang des Hinterleibes eine Drüse und eigenthümliche damit zusammenhängende Organe, die er nur im männlichen Geschlechte gesehen haben will, allein über die Geschlechtsorgane selbst weiss er nichts zu sagen. Ich selbst habe nach den Geschlechtsorganen vergebens gesucht und nur jene äussere Unterschiede der vorderen Abdominalfüsse und des sechsten Segmentes wiedergefunden. Auch verhält sich bei den angeblichen Männchen das zweite Gliedmaassenpaar abweichend. Dieses trägt zwar wie auch die drei nachfolgenden Füsse im Gegensatze zu dem ersten Fusse mit einfachem Schwimmast, doppelte Aeste, aber neben denselben zugleich einen eigenthümlichen Auswuchs. Nach alle dem scheint es mir, als ob die geschlechtlichen Abweichungen des Männchens durch jene Charaktere erst vorbereitet würden, ähnlich wie wir an den älteren Jugendzuständen der Copepoden, z. B. Euchaeta, Unterschiede der Extremitäten finden, aus welchen schon die männliche oder weibliche Natur des Thieres voraus bestimmt wird. Wahrscheinlich sind jene abweichenden Formen (Fig. 21) in der That Männchen, aber noch in einem unreifen Stadium, welches allerdings der morphologischen Vollendung des Körpers nahe stehen muss. Von der inneren Organisation hebe ich hervor, dass das Gehirn, von *Semper* fälschlich für das Fühlerganglion ausgegeben, an der Spitze des stielförmigen vorderen Abschnittes liegt, umgeben von den beiden geschlängelten Drüsen der unteren Antennen. Die beiden sehr langen Commissuren verbinden sich unterhalb des Schlundes zu einer langgestreckten Anschwellung für die Mundwerkzeuge. Auf diese folgen noch vier Ganglien der Brust (vergl. Fig. 21 *n*) und sechs Ganglien des Abdomens. Der Darmcanal sendet einen ansehnlichen, an der Spitze getheilten Blindschlauch in den Stiel des Kopfes. Das in der Gegend des zweiten und dritten Kieferfusses gelegene Herz bildet einen langen und engen Sack, in welchen das Blut jederseits durch zwei venöse Ostien einströmt. An seinen beiden Polen entspringen die Arterien, die hintere verläuft auf der Nackenfläche der unteren Brustpartie und des Hinterleibes bis in dessen letztes Segment herab und soll nach *Semper* im Thorax und in den fünf ersten Hinterleibssegmenten zwei seitliche Aeste abgeben, im sechsten Gliede aber sich in zwei Aeste auflösen. Die

vordere theilt sich in zwei Seitenstämme, welche an der Seitenfläche des Magens bis in die Spitze des Kopfstieles laufen und hier drei Zweige in die Antennen und Augen abgeben.

Der einzige Beobachter, der ausreichende Mittheilungen über die geschlechtliche Entwickelung von Leucifer gegeben hat, ist *Semper*. Er sagt: »Das männliche Thier trägt an den beiden ersten Hinterleibsfüssen einen sehr complicirten Begattungsapparat. Die Geschlechtsöffnung ist einfach, liegt bei beiden Geschlechtern in der Mittellinie des Bauches dicht hinter dem letzten Brustfusse. Der Hode besteht aus einer in der Mittellinie des Thorax dicht unter dem Magen liegenden Samendrüse, an deren hinteres Ende, dort wo der kurze Samenleiter entspringt, sich mehrere Nebendrüsen ansetzen. Der Same wird, noch unentwickelt, in einen birnförmigen grossen Spermatophor eingeschlossen. Das hinterste Ende dieser männlichen Drüse reicht bis in die Mitte des ersten Hinterleibsgliedes, das vorderste bis ziemlich dicht an den Schlund. Das vorletzte Hinterleibsglied des Männchens trägt mehrere Zacken, die dem Weibchen fehlen. Das Weibchen hat zwei Eierstöcke, die vom Ende des sechsten Hinterleibsgliedes (?) an dicht unter dem Darm sich bis in die Mitte des Thorax erstrecken, hier biegen sich die beiden Eileiter nach unten und schwellen dann zu zwei grossen Taschen an, die eine kleine rundliche Tasche umfassen; die Geschlechtsöffnung ist einfach: ein einziger Spermatophor steckt mit seinem spitzen Ende darin. Entwickelte Zoospermien habe ich nicht beobachtet. Weibliche Begattungsorgane fehlen.« Da indess die Beschreibung des gesammten Körperbaues von *Semper* unterlassen wurde, so bleibt es zweifelhaft, ob die Geschlechtsthiere keine morphologisch höhere Gestaltung erlangt haben.

3. Die Larve von Sergestes und das Gehörorgan der Krebse.

Einen zarten, durchsichtigen Krebs traf ich mit Leucifer sehr oft unter den im Netze auf offener See gefangenen Thieren an und zwar in verschiedenen Grössen und Entwickelungszuständen, von denen ich einen der jüngeren abgebildet habe (Taf. XXVII. Fig. 14). Die jüngeren Formen von 5—6 mm. Länge zeigen etwa folgenden Körperbau: Ihr langgestreckter, seitlich comprimirter Leib besitzt der Anlage nach alle Segmente und Gliedmaassen des Malacostrakentypus und weist nicht nur in der allgemeinen Form, sondern auch in Bildung einiger Gliedmaassen auf die neuerdings von *Krøyer* genauer erforschte Gattung Sergestes und den von *Leuckart*[1]) beschriebenen Mastigopus hin. Die knopfförmig verdickten Augenstiele ragen zu beiden Seiten des spitzen und langen Stirnfortsatzes weit hervor. Die Antennen des ersten Paares stimmen fast ganz mit den gleich-

1) *Leuckart*, Ueber die Gehörwerkzeuge der Krebse. Archiv für Naturgeschichte 1853.

werthigen Organen von Mastigopus überein. Auf einem gestreckten und dünnen dreigliedrigen Stiele (Fig. 20) erhebt sich eine fünfgliedrige mit zarten Fäden besetzte Geissel und ein kurzer cylindrischer Nebenanhang (vergl. *Leuckart*, »Carcinologisches«. Archiv für Naturgeschichte 1859. Taf. VII. Fig. 6.). Die unteren tiefer eingelenkten Antennen besitzen eine dünne fast lanzettförmige Schuppe, etwa von der Länge des Augenstieles und verlängern sich zu einer fadenartigen Geissel. Getragen wird diese colossal verlängerte Geissel von einem starken und gestreckten Gliede, in dessen Innenraum der einfache, geschlängelte Drüsengang verläuft, von welchem wir bereits oben gesprochen haben (Fig. 16). *Leuckart* giebt für Mastigopus fünf lange und dünne Fusspaare an, ohne Scheeren und Klauen, mit Schwimmborsten besetzt. Ganz ähnlich verhalten sich die Füsse an unseren Krebslarven. Die vorderen, welche dem dritten Maxillarfusse entsprechen, sind die kürzesten, bleiben aber nicht viel hinter denen des dritten Paares (1″) zurück, sie sind fünfgliedrig und wie die entsprechenden Gliedmaassen von Leucifer nach innen hakenförmig gekrümmt. Am umfangreichsten tritt die nachfolgende Extremität, der Kieferfuss des dritten Paares (3′) hervor, der dritte Fuss (1″) bleibt kurz, der vierte verlängert sich etwas mehr, der fünfte aber streckt sich wieder bedeutend zu einer mit dem zweiten Fusse gleichen Länge. Hinter diesen Gliedmaassen aber werden schon die Anlagen der beiden letzten Decapodenfüsse sichtbar als kurze Schläuche, die wir an grösseren und älteren Larven in verschiedenen Uebergangsstufen zu kleinen Füssen sich entwickeln sehen. Kiemenschläuche und befiederte Nebenäste fehlen. Die vor den Füssen zusammengedrängten Mundtheile verhalten sich in diesem Stadium einfacher als im vorgeschrittenen Alter, in welchem ihre Uebereinstimmung mit der Gattung Sergestes deutlicher hervortritt. Die Mandibeln entbehren noch des Tasters oder tragen anstatt desselben einen kurzen einfachen Stummel. An den Maxillen des zweiten Paares fällt besonders die grosse unaufhörlich schwingende Platte des Rückenrandes in die Augen. Die Form des mächtig entwickelten Hinterleibes stimmt ebenfalls mit der Gattung Sergestes überein, allerdings sind die fünf Schwimmfusspaare noch einfach, indess schon auf den etwas weiter vorgeschrittenen Stadien sehen wir einen zweiten befiederten Ast sich entwickeln. Nur das vordere Paar der Schwimmfüsse bleibt auch im späteren Alter einfach.

Die ältesten mir bekannt gewordenen Formen von etwa 8 mm. Länge unterscheiden sich von den beschriebenen Larven durch die Länge der vorderen Antenne, deren Geissel in zahlreiche Glieder zerfallen ist, ferner durch die zweiästigen Schwimmfüsse des Hinterleibes und die gegliederten, immerhin aber noch schmächtigen Füsse der beiden letzten Paare (4″, 5″). Dazu kommt dann vor Allem die bedeutendere Grösse und Ausbildung der Mundtheile. Die Mandibeln haben einen langen und dünnen Taster erhalten, die Maxillen des ersten Paares (Fig. 17), von der

umfangreichen Unterlippe überragt, sind breit und zweilappig. Die Kiefer des zweiten Paares (Fig. 18) besitzen einen vierlappigen Kautheil, ähnlich wie die Maxillen von Sergestes und tragen eine grosse borstenrandige Platte, die sich am lebenden Thiere, wie schon bemerkt, in lebhaften Schwingungen hin und herbewegt. Auch die vorderen Maxillarfüsse (Fig. 19) sind flächenhaft ausgebreitet und stimmen mit den von *Milne Edwards*[1]) abgebildeten Kieferfüssen von Sergestes atlanticus vollständig überein.

In diesen jüngeren und älteren Sergesteslarven verhalten sich die Organe des Kreislaufes weit einfacher als bei den ächten Decapoden. Das kurze sackförmige Herz, mit zwei Paaren venöser Ostien, entsendet eine hintere Arterie in das Abdomen und vordere Gefässe nach der Spitze des Kopfes. Eine mittlere Aorta wurde vermisst. Die seitlichen Kopfarterien geben seitlich Ausläufer an die Antennen ab und führen den Hauptstamm dem Auge der betreffenden Seite zu. Das mittlere Auge konnte als ein schmaler Pigmentfleck zwischen den beiden Gehirnhälften nachgewiesen werden. Von besonderem Interesse erscheint uns aber das am Grunde der inneren Antennen gelegene Gehörorgan (Fig. 15), welches hier durch seine Grösse und freie Lage der Untersuchung weit günstiger ist als das entsprechende Organ von Leucifer. Bekanntlich hat zuerst *Farre*[2]) das in den vorderen und inneren Antennen der Krebse gelegene Säckchen als Gehörorgan in Anspruch genommen, aber es erforderte noch eine Reihe von neuen und genaueren Beobachtungen[3]), bis die Deutung des englischen Forschers zur allgemeinen Anerkennung gelangte. Vor Allem ist es wohl die Analogie mit den Otolithen-haltigen Gehörbläschen der Mollusken, welche für die Natur unseres Organes als Gehörwerkzeug spricht, allein in der feineren Structur treten doch bemerkenswerthe Differenzen hervor, indem einmal die Cilien, welche dort die innere Wandung des Säckchens auskleiden, hinwegfallen und dann bei zahlreichen grösseren Krebsen eine Communication der Blase mit dem äusseren Medium hinzukommt. Beide Abweichungen können indess immerhin als Modificationen des nämlichen Planes angesehen werden, wie wir ja auch die noch einfacheren mit Concrementen versehenen Randkörper der Medusen als Gehörbläschen ansehen, als Modificationen, unter denen sehr gut die gleichartige Natur des Sinneneindruckes möglich bleibt. Es fragt sich in erster Linie, wie verhält sich der hinzutretende Nerv, in welchem Zusammenhang steht er mit den Theilen der Bläschenwandung oder mit dem Inhalte derselben? An den Randkörpern der nacktäugigen Medusen fällt diese Frage vorläufig hinweg, weil das Vorhandensein eines differenten Gewebes für die Nervenleistungen zweifelhaft ist. Der von *Fr. Müller*

1) *M. Edwards*, Ann. scienc. nat. 1. Sér. XIX. pl. 10. fig. 5.
2) Philos. Transact. 1843.
3) Vergl. *Huxley*, Ann. and Mag. 1851; *Souleyet*, *Froriep*'s Notizen 1843; *Leuckart* l. c.; *Krøyer* l. c.

als Nerven- und Ganglienstrang beschriebene Ring am Scheibenrande ist nach meinen zahlreichen Beobachtungen allerdings vorhanden und steht auch in unmittelbarem Zusammenhang mit den Randkörpern, allein seine Structur spricht keineswegs für die Natur eines specifischen Nervengewebes. Wir haben in jenem Ringe sogar zwei blassstreifige, hier und da deutlich zellige Schichten zu unterscheiden, welche oft ganze Reihen von kleinen Nesselorganen und deren Anlagen in sich einschliessen und am natürlichsten als eine dem Ringgefässe anliegende Differenzirung des äusseren Epithels aufgefasst werden. Die grössere Irritabilität dieses Randsaumes vor den übrigen Gewebstheilen möchte ich hiernach allerdings nicht bestreiten, allein die Deutung als specifisches Nervensystem muss vorläufig um so entschiedener zurückgewiesen werden, als es sich hier nicht um einen Gegensatz von Ganglien und nach den einzelnen Organen ausstrahlenden Fasern handelt. Der Ring ist absolut abgeschlossen und, was noch mehr sagt, bei den höher organisirten grossen Scheibenquallen überhaupt nicht nachzuweisen. Auch die Jugendformen der Pelagia noctiluca, die in allen möglichen Grössen von mir zu diesem Zwecke untersucht wurden, zeigten am Scheibenrande keinen derartigen differenten Gewebsring. Wir müssen uns vielmehr vorstellen, dass bei jenen Medusen wie auch bei den Siphonophoren und Verwandten die grössere Irritabilität der Gewebselemente ein Nervensystem ersetzt und in dem Gesammtcomplexe der Theile eine der Empfindung ähnliche Leistung zu erzeugen im Stande ist.

Bei den Mollusken tritt in der Regel ein besonderer Nerv an die Wandung der Gehörblase, aber sein feineres Verhalten und die Art der Endigung dürfte kaum ausreichend erforscht sein. Nach *Leydig*[1]) geht bei Paludina und Carinaria das homogene Neurilem des Nerven in die äussere bindegewebige Haut der Ohrblase über, während sich der Inhalt »feinpulverig« auflöst. *Gegenbaur* bemerkt, dass das feinkörnige Ende des Nerven eine Hervorragung in das Innere der Blase bildet und *Claparède* sieht bei Neritina die Blase als eine in die Substanz des Nerven eingelagerte Bildung an. Auch von den Gehörnerven der Anneliden haben wir bezüglich ihrer Endigung keine genügenden Vorstellungen, und bei den Krebsen selbst ist über die Art der Verbindung des Nerven mit der Blase so gut als nichts bekannt. Leicht findet man den in die Antenne eintretenden Nerven und sieht ihn an die runde zartwandige Blase herantreten. Auch sein weiteres Verhalten springt ohne grosse Mühe in die Augen; er löst sich an der Wandung der Blase in eine Reihe von Fasern auf, welche jene durchsetzen und als gebogene Stäbchen sich an den kreisrunden im Centrum der Flüssigkeit schwebenden Otolithen befestigen. Ganz ähnlich endet der Gehörnerv bei den Mysideen, deren Schwanzplatten bekanntlich die Träger der Gehörorgane sind. Das mächtige Ganglion des sechsten Abdominalsegmentes sendet in jede Hälfte des

1) Vergl. *Leydig*, Histologie pag. 279.

Fächers einen ansehnlichen Nerven (Fig. 27 *n*. Fig. 28), welcher nach Abgabe eines seitlichen Astes mit seiner Hauptmasse an das Gehörorgan der inneren Lamelle herantritt. Dieses bildet keine abgeschlossene von selbstständiger Wandung umgebene Blase, sondern wie schon *Frey* und *Leuckart*[1]) beschrieben haben, eine ovale flache Höhlung in der Substanz der Schwanzlamelle. In derselben liegt eine ebenfalls ovale, concentrisch streifige Concretion mit glänzendem Kerne, umgeben von der hellen homogenen Flüssigkeit des Säckchens. Indem der Nerv von der äusseren Seite aus an die Gehörblase tritt, bietet er durch das Auseinanderweichen seiner Fasern den Schein einer Anschwellung. An dieser Stelle aber bildet die Substanz der Lamelle in den Raum des Gehörorganes einen convexen Vorsprung, welcher fast unmittelbar an den Otolithen anstösst und von den Fasern des Nerven in drei Gruppen durchsetzt wird. Die Fasern oder Stäbchen sind ziemlich starr und fest; im Bogen gekrümmt befestigen sie sich an dem Otolithen. Ob sie hier unmittelbar mit der Masse dieses Körpers verschmelzen oder selbstständig und abgegrenzt enden, konnte nicht entschieden werden. Uebrigens sind diese Bildungen keineswegs der früheren Beobachtung vollständig entgangen. *Frey* und *Leuckart* erwähnen eine eigenthümliche Structur des isolirten Otolithen, dessen Peripherie an der einen Fläche mit steifen Borsten oder Haaren besetzt sein sollte. Specieller wurde von jenen Forschern hervorgehoben, dass diese Haare glashell und mit Wurzeln in Vertiefungen des Otolithen eingesenkt, auch in einer eigenthümlichen Stellung angeordnet seien. »Vier oder fünf von ihnen stehen zusammen auf der einen Seite und zeichnen sich durch besondere Grösse aus. In einiger Entfernung von ihnen folgen die übrigen, etwa 40 an Zahl, alle kleiner, wenn auch unter einander an Grösse wechselnd. Zuerst den vorigen sich anschliessend, stehen sie noch in gedoppelter Reihe, indem einige grössere nach innen gelagert sind, die kleineren dagegen weiter nach aussen. Dann wird die Reihe der Haare nur eine einfache, als eine Fortsetzung der äusseren. Die Haare sind kleiner und an ihrer Insertion von einer fortlaufenden Querreihe begrenzt. Von ihnen aus scheinen Verlängerungen nach innen in die Masse der Otolithen wie Fäden sich zu erstrecken.« Hiernach und nach den beigefügten Abbildungen unterliegt es keinem Zweifel, dass diese als Haare bezeichneten Gebilde mit den starren Nervenfasern, in welche sich der Gehörnerv auflöst, identisch sind. Da man für die Natur der Blasen aus der Analogie mit dem Gehörsäckchen der Mollusken den Beweis zu führen hatte, war es am Ende nicht auffallend, dass *Leuckart* »die Chitinhaare des Otolithen eine Compensation für das Wimperepithelium abgeben liess.« Auch in den durch eine Spalte nach aussen geöffneten Gehörblasen finden sich wahrscheinlich ähnliche Nervenstäbchen am Otolithen, zumal die Befestigung desselben an der Wandung nothwendiger erscheint. In der That sprechen auch hier mehrere Forscher von einem

1) Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere. 1847. pag. 115.

Haarbesatze der Wandung, welcher möglicherweise auf ähnliche den Otolithen fixirende Nervenstäbchen zurückzuführen ist. Befestigungen der Gehörsteine an der Wandung der Gehörblase kommen übrigens auch in anderen Fällen vor, ich fand die Otolithenconcremente in dem Gehörorgane der Rippenquallen durch zarte Fäden an der Blase suspendirt, ohne hier übrigens die Fäden als Nervenenden nachweisen zu können. Bei den Krebsen aber, wo diese Stäbchen eigenthümlich modificirte Nervenenden sind, leuchtet die Bedeutung dieser Einrichtung für die Natur des Nerveneindrucks ein.

4. Euphausia Mülleri und deren Entwickelung.

Eine interessante Gruppe von kleinen spaltfüssigen Krebsen bilden die Gattungen Thysanopoda[1] M. Edw. und Euphausia Dan., welche man mit *Milne Edwards* als Thysanopodea oder mit *Dana* als Euphausidea den Mysideen gegenüberstellen kann. Von den letzteren weichen sie vorzugsweise durch den Besitz von büschelförmigen Kiemen an den Brustfüssen ab, welche frei am Körper herabhängen, ohne von einem Kiemenraum des Panzers umgeben zu sein. Durch den Besitz von Kiemen nähern sich die Euphausiden noch mehr den Garneelen, denen sich die Familie der Schizopoden überhaupt weit enger als den Stomapoden anschliesst. Dieser Zusammenhang der spaltfüssigen Krebse mit den Garneelen wird in fast continuirlicher Weise durch eine Reihe von Uebergangsformen hergestellt. Die jüngst von *Sars*[2]) beschriebene Gattung Lophogaster trägt zwar noch mit Kiemen besetzte Spaltfüsse, allein die oberen Büschel der Kiemen kommen in einen besondern von dem Panzer gebildeten Raum zu liegen, während die unteren frei in das Wasser herabhängen. Bei Sergestes (und Aristeus Duvernoy?) fehlen die befiederten Nebenäste der Brustfüsse, allein die Seitenflächen des Panzers sind nach *Krøyer* zu niedrig, um einen verschlossenen Kiemenraum zu bilden, die Kiemen treten unter der Basis der Füsse unbedeckt hervor. Angesichts solcher Uebergänge in der Bildung der Füsse und Kiemen, bedarf es für den directen Anschluss der Schizopoden an die Garneelen keiner weiteren Beweise, wie denn auch *Milne Edwards* und von ihm unabhängig auch *Krøyer* und *Sars* zu der gleichen Auffassung gedrängt wurden. Dass die Gattung Cynthia Thomps., welche in ihrem gesammten Bau am nächsten mit Mysis übereinstimmt, Kiemenanlagen an den Abdominalfüssen trägt und hier an jedem Fusse zwei spiralig gerollte Schläuche entwickelt, kann natürlich nicht als ein Anschluss zu den Stomapoden angesehen werden.

Gehen wir etwas näher auf die Euphausidengruppe ein, so sind es

1) *Brandt* theilt diese Gattung in zwei Untergattungen Thysanopoda s. str. und Thysanoessa, nach der Länge der äusseren Maxillarfüsse (*v. Middendorf*'s Sibirische Reise).

2) Beskrivelse over Lophogaster typicus. Christiania 1862.

vorzugsweise die Gliedmaassen des Thorax, auf welchen die Abweichungen der beiden Gattungen beruhen. In der *M. Edwards*'schen Thysanopoda, mit welcher *Thompson*'s Noctiluca nach *Dana* identisch ist, sind die auf die Maxillen folgenden Gliedmaassen der Brust mit Ausnahme des letzten Paares lang und gespalten, unter einander unmerklich verschieden, das letzte oder achte Paar dagegen ist auf den äusseren befiederten Nebenanhang reducirt. Bei *Dana*'s[1]) Euphausia erstreckt sich die rudimentäre Ausbildung auch auf das vorletzte Paar, sodass nur sechs wohl entwickelte Spaltfüsse, nämlich die drei Kieferfüsse und drei vorderen Gehfüsse am Körper sichtbar sind. Ein anderer in die Augen springender Charakter der Euphausia ist das Vorhandensein von accessorischen theils medianen unpaaren, theils seitlichen paarigen Augen. Schon *Dana* erwähnt nahe der Basis der vier Abdominalfüsse, ferner am Grunde des zweiten und sechsten Brustfusses kleine rothe Kugeln, welche Augen ähnlich unter einer Linse lägen, deren Natur indess nicht erkannt werden konnte. Wir werden uns später überzeugen, dass diese Bildungen, deren Lage von *Dana* richtig bezeichnet worden ist, in der That complicirte Sehwerkzeuge vorstellen. Wenn *Semper*[2]) von einem Thysanopus spricht, welcher sieben Augen mit Glaskörper, Linse, Pigmenthaut und Nerv besitzen soll, so hat er wahrscheinlich ein noch unentwickeltes Thier unserer Gattung Euphausia beobachtet. Die dritte von *Dana* aufgestellte Euphausidengattung Cyrtopia werden wir ebenfalls auf ein frühes Entwickelungsstadium der Euphausia zurückführen.

Meine eigenen Beobachtungen, welche, wie ich hoffe, unsere Kenntniss dieser interessanten Schizopoden in einigen Punkten erweitern, beziehen sich auf eine Messinesische, offenbar zu der *Dana*'schen Gattung Euphausia gehörige Form. Fast täglich bot sich mir dieselbe in grösserer oder geringerer Zahl und in verschiedenen Stadien der Entwickelung unter den im Netze gefischten Thieren zur Untersuchung. Bei einer Körperlänge von 16—18 mm. im ausgebildeten Zustand steht die Messinesische Euphausia der von *Dana* beschriebenen E. splendens des Atlantischen Oceans am nächsten, ohne indess mit dieser Art identisch zu sein. In dem Vorhandensein eines spitzen Schnabels, in den Grössenverhältnissen der beiden Antennenpaare und der Spaltfüsse, in der Kiemenbildung, endlich in der röthlichen Färbung der ventralen Körperfläche schliesst sie sich der Atlantischen Species an, dagegen ist die Grösse des Leibes bedeutender, der Stirnschnabel länger, das sechste fusslose Schwanzsegment verhältnissmässig viel kürzer, sodass, die Genauigkeit der *Dana*'schen Beschreibung vorausgesetzt, die Artverschiedenheit nicht bestritten werden kann. Ich erlaube mir die mediterrane Art nach Herrn Prof. *Heinrich Müller*, der mir mit gewohnter Güte die Vergleichung einiger in Weingeist aufbewahrten Exemplare der zootomischen Sammlung

1) *Dana*, Expl. exped. of the Unit. Stat. Crust. I. p. 639.

2) *Semper*, Reisebericht. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1862. p. 101.

gestattete, E. Mülleri zu nennen. Gehen wir auf die Eigenthümlichkeiten der Messinesischen Form näher ein. An dem stark comprimirten Leibe erhebt sich der Panzer oberhalb der Magengegend zu einer merklichen Wölbung der Rückenfläche, die ich in keiner der *Dana*'schen Arten angedeutet finde (Taf. XXVIII. Fig. 29). Die Höhe des Kopfbruststückes übertrifft die des umfangreichen und ganz allmählich verschmälerten Hinterleibes nicht sehr bedeutend. Die grossen birnförmigen Facettenaugen bleiben kurz und dünn gestielt, ihre ganze vordere Wölbung ist dicht facettirt und durch das unterliegende Pigment schwarzbraun gefärbt. Die Antennen wiederholen den allgemeinen Bau von Thysanopoda und Euphausia. Die oberen inneren bestehen aus einem dreigliedrigen, das Auge um mehr als das Doppelte überragenden Stiel, dessen Basalglied neben einem mit Borsten dicht besetzten Höcker einen geweihartigen Auswuchs entsendet und aus zwei langen, deutlich geringelten Geisseln, von denen eine an ihrer Basis die zarten specifischen Cuticularfäden trägt (Taf. XXIX. Fig. 32 *a*). Die unteren äusseren Fühlhörner (Fig. 33) besitzen einen kurzen und breiten Basalabschnitt, dessen oberer Rand in einen langen, spitzen Stachel ausläuft. Zu den Seiten desselben ist die innere, gegliederte Geissel und die äussere, lamelleuse Schuppe eingefügt, welche den langgestreckten, zweigliedrigen Stiel der Geissel um Weniges überragt. Die Mandibeln tragen einen dreigliedrigen Taster (Fig 34) und werden von den Maxillen durch die grosse, zweilappige Unterlippe (Fig. 35 *a*) gesondert. Von den Maxillen, welche von *Dana* nicht ausreichend untersucht wurden, besitzt das vordere Paar (Fig. 35 *b*) einen dreilappigen, mit Borsten bewaffneten Kautheil und eine dorsale, schwach befiederte Lamelle. Die Maxille des zweiten Paares (Fig. 35 *c*) unterscheidet sich von der oberen durch den geringeren Umfang der rückenständigen Lamelle, durch die Grösse des oberen Lappens und durch die Spaltung des mittleren und unteren Lappens. Beide Kieferpaare verhielten sich demnach den Maxillen von Thysanopoda sehr ähnlich, an denen man allerdings nach *M. Edwards*' Darstellung die dorsalen Lamellen vermisst. Der letztere Forscher hebt sogar für das zweite Kieferpaar ausdrücklich hervor, dass man wie bei Alima und Squilla keine Spur des blattförmigen, zum Mechanismus der Respiration dienenden Anhanges finde, allein nach der beigegebenen Abbildung scheint es mir, als ob auch bei Thysanopoda der Anhang nicht ganz fehle, sondern als schmaler, rudimentärer Fortsatz vorhanden sei. Auch bei Mysis sinkt die entsprechende Platte, welche bei den höheren Decapoden die respiratorischen Bewegungen auszuführen hat, zu der Form eines kleinen Stummels herab, während wir sie noch an den Uebergangsgattungen Lophogaster und Sergestes in ansehnlicher Grösse vorfinden. Im Zusammenhange mit dem Ausfall eines Kiemenraumes gehört die Verkümmerung dieser Platte zu den wesentlichen Charakteren der Mysiden- und Euphausidengruppe. Weniger übereinstimmend verhalten sich die Ma-

xillarfüsse, welche im letzteren Falle den allgemeinen Bau vollkommen mit den nachfolgenden Extremitäten der Brust theilen. In der Gattung Euphausia folgen auf die Maxillen zwölf gespaltene und mit Kiemenanhängen versehene Füsse, die den drei vorderen Maxillarfüssen und eben so viel Gehfüssen entsprechen und unter einander nur durch geringe Grössenunterschiede und durch den continuirlich nach hinten zunehmenden Umfang der Kiemen differiren. An allen unterscheiden wir einen kräftigen Basalabschnitt, an dessen Rückenfläche die Kieme aufsitzt. Dann folgt der dünne, sechsgliedrige Fuss mit einem kurzen, befiederten Nebenast auf der Rückenfläche seines unteren Gliedes. An den vorderen Füssen sind die beiden unteren Glieder zu einem gemeinsamen, kurzen und breiten Abschnitt verschmolzen (Fig. 36, 37), an den nachfolgenden streckt sich das zweite Glied mehr und mehr, während sich das untere zu einem kurzen fast ladenartigen Abschnitt sondert (Fig. 39). Die Füsse sind dünn, mit langen Borsten besetzt und unbewaffnet, nach unten allmählich an Länge zunehmend. Am ersten Paare bleibt die Kieme ein einfacher Anhang, aber schon am zweiten Paare hat sich dieselbe zu einem Büschel von Schläuchen vergrössert, am dritten (Fig. 38) vermehrt sich die Zahl der Schläuche und so fort in continuirlicher Folge nach dem Ende der Brust zu, sodass die Kieme des letzten Fusspaares (Fig. 39) drei Zweige von Schläuchen umfasst. Noch weit umfangreicher zeigen sich endlich die Kiemen der Gliedmaassen des siebenten und achten Paares. Diese Extremitäten, welche dem vierten und fünften Decapodenfusse entsprechen, gehen in der Bildung eines mehrästigen, spiralig gedrehten Kiemenbüschels auf (Fig. 40, 41), ohne die Theile des Fusses zur Ausprägung zu bringen, und nur ein schmaler, kaum bemerkbarer Stummel weist auf das Rudiment des Fusses oder dessen befiederten Nebenanhanges hin.

Die fünf Schwimmfusspaare des Hinterleibes stimmen mit denen von Thysanopoda überein und zeigen wenigstens im weiblichen Geschlechte nichts Bemerkenswerthes. Auf einem stielförmig verlängerten Basalabschnitt erheben sich zwei lanzettförmige und befiederte Lamellen, von denen die kurze innere einen kleinen cylindrischen Fortsatz entwickelt. Im männlichen Geschlechte dagegen erleiden die beiden ersten Paare wesentliche Umformungen, welche offenbar ähnlich wie bei Leucifer und auch bei zahlreichen höheren Decapoden eine geschlechtliche Bedeutung haben. Schon *Dana* sind diese Eigenthümlichkeiten an E. splendens und superba aufgefallen, aber nicht als Charaktere des männlichen Geschlechtes, sondern als Merkmale der Species, freilich sehr unzureichend angeführt. Bei unserer Art sind es besondere Anhänge am Innenrande der inneren Lamelle und zwar drei eigenthümliche verdrehte und gebogene Platten und Stäbe, die in ihrem Zusammenhange das Copulationsorgan darstellen (Fig. 44). Ohne mir eine genaue Vorstellung von der Art ihrer Leistung machen zu können, scheint doch der gesammte

Bau und die Analogie mit dem hinteren Fusspaare zahlreicher Copepodenmännchen dafür zu sprechen, dass sie zum Befestigen der Spermatophoren dienen, welche ich fast an allen Weibchen zwischen dem drittletzten Gliedmaassenpaare der Brust in einfacher Zahl angeklebt finde. Der Dienst, welcher das fünfte Fusspaar den männlichen Copepoden leistet, wird offenbar bei den Malacostraken durch das erste, beziehungsweise zweite Fusspaar des Abdomens ausgeführt. In unserem Falle scheint das zweite Fusspaar minder umgeformt, wenngleich in einer Weise (Fig. 45), welche über die morphologische Uebereinstimmung mit den Copulationsorganen der vorhergehenden Extremität keinen Zweifel übrig lässt. Auch hier treten, allerdings in rudimentärer Form, drei eigenthümliche und minder gebogene Stäbe am Innenrande der entsprechenden Lamelle hervor.

Der Schwanzfächer endlich (Fig. 43), welcher auf das letzte fusslose Segment des Hinterleibes folgt, schliesst sich am nächsten dem entsprechenden Körpertheile der E. splendens Dan. an.

Die bei weitem bemerkenswertheste Erscheinung, welche unserem Krebs wie überhaupt der Gattung Euphausia ein besonderes Interesse verleiht, ist der Besitz höchst eigenthümlicher Sinneswerkzeuge, welche an den Seiten mehrerer Brustfüsse und zwischen den vier vorderen Schwimmfüssen des Abdomens als röthlich glänzende Kugeln hervorleuchten. Dass dieselben bereits von *Dana* und *Semper* gesehen und von letzterem für Augen ausgegeben wurden, habe ich bereits erwähnt, ausserdem aber wurden sie noch von einem anderen um die Kenntniss der Crustaceen verdienten Forscher, von *Krøyer*[1]), an einem als Thysanopoda inermis aufgeführten Schizopoden beobachtet. An diesem Thiere, welches der Bildung seiner Extremitäten nach offenbar zu Euphausia gehört, beschrieb *Krøyer* eigenthümliche Organe zweifelhafter Function, muthmaasslich aber Gehörwerkzeuge, deren Sitz am Basalglied des zweiten Brustfusses, des siebenten rudimentären Fusses und zwischen den vier vorderen Schwimmfüssen des Abdomens ganz mit Euphausia übereinstimmt.

Es sind röthlich pigmentirte, walzenförmige Körper, deren unmittelbarer Zusammenhang mit den Ganglien des Bauchstrangs für ihre Bedeutung als Sinnesorgane spricht. Die nähere Untersuchung weist sie aber nicht in die Reihe der Gehörwerkzeuge, sondern, wofür sie auch von *Semper* gehalten wurden, in die Kategorie von Augen. Glückte es mir auch trotz angestrengter und wiederholter Bemühung nicht, die Endigungsweise des Nerven nachzuweisen, so ergab sich doch aus dem gesammten Bau, aus dem Besitz von Linsen und Muskeln, welche das Organ hin und herrollen, die weit grössere Wahrscheinlichkeit für ihre Natur als bewegliche Gesichtswerkzeuge.

1) Forsøg til en monographisk Fremstilling af kræbsdyrslægten Sergestes. Kon. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter 1859. pag. 294.

Im allgemeinen Bau zeigen die acht accessorischen Augen keine erheblichen Unterschiede. Jeder Bulbus liegt in einer kuglig aufgetriebenen Erhebung der Körperbedeckung mittelst zarter Fäden befestigt und durch mehrere schräge Muskelbündel beweglich (Taf. XXVIII. Fig. 30 *a* u. *b*). Die äussere Peripherie des Bulbus grenzt eine cuticulare Hülle ab, an welche sich die Fäden und Muskeln anheften, während sich sein Inhalt in complicirter Weise differenzirt. Die vordere Partie der Augenkugel, welche die lichtbrechenden Medien einschliesst, dient offenbar zur Aufnahme und Brechung der Strahlen, die hintere grössere Hälfte dagegen zur Perception des Lichteindrucks. An der ersteren unterscheidet man eine Art Glaskörper (Fig. 30 *c*. β), der nach hinten von einem glänzenden Ringe (α) mit einer Linse (γ) in seiner Mitte umgrenzt wird. Hinter der Linse folgt im Centrum des Auges ein ebenfalls glänzender, gestreifter Körper, der sich auf eine Gruppe eng aneinander liegender Stäbchen zurückführen lässt (δ). Derselbe liegt übrigens keineswegs frei in der Substanz des Bulbus, sondern eingeschlossen von einem hellen, kugligen Ballen, dessen hintere Hälfte in einer derben pigmentirten Faserhaut steckt. Diese liegt der hinteren Fläche der Bulbuswandung unmittelbar an und bietet die Form eines halbkugligen, nach vorn geöffneten, pigmentirten Bechers, welcher zu dem einliegenden hellen und kernhaltigen Ballen die Lage einer Chorioidea einnimmt. Leider weiss ich über die Bedeutung des Ballens mit seinem Stäbchenbündel im Centrum nichts Sicheres zu berichten, am natürlichsten scheint dieser Theil den percipirenden Nervenelementen zu entsprechen, über deren feineres Verhalten und Beziehung zu dem Nerven des Bulbus ich allerdings trotz aller Bemühung nicht ins Klare kommen konnte. Immerhin aber werden die vorausgeschickten Beobachtungen genügen, um unsere beweglichen rothen Kugeln als Gesichtswerkzeuge betrachten zu dürfen, die ja überdies auch in anderen Thierclassen in grösserer Zahl und in ganz absonderlicher Lage bekannt geworden sind. Mit dieser Zurückführung stimmt überdies eine andere, bereits noch nicht erwähnte Eigenthümlichkeit, die verschiedene Stellung der Sehaxen an den Augen des Hinterleibes. Die vier medianen Augen sind nämlich in ihrer natürlichen Lage so gerichtet, dass das erste nach vorn, das zweite und dritte nach unten, das letzte endlich nach hinten schaut. Das letzte zwischen dem vierten Schwimmfusspaare befestigte Auge erhält sogar noch eine Linse des Chitinskeletes am hinteren Rande der medianen Auftreibung, in welche die Augenkugel hineingerückt ist, und es wird schon durch die hintere Lage dieser oberen Linse die Richtung der Sehaxe vorgeschrieben. Jedes Auge des Hinterleibes wird demnach in natürlicher und ruhender Lage sein besonderes und beschränktes Gesichtsfeld haben, aus welchem es Lichteindrücke aufnimmt, das erste wird mehr nach vorn, das letzte weiter nach hinten sehen, während die paarigen Augen der Brust für die Perceptionen seitlicher Eindrücke bestimmt zu sein scheinen.

Nicht weniger als die beschriebenen, ebensowohl ihrer Lage als ihrer Structur nach merkwürdigen Sinnesorgane verdient die Entwicklung der Euphausia eine genauere Beachtung, indem sie auf einer so complicirten Metamorphose beruht, wie kaum eine zweite unter den Malacostraken bekannt sein dürfte. Bei der Fülle von Material, welches mir von allen Stadien der freilebenden Larven zu Gebote stand, war es mir möglich, die Veränderungen des Körpers in continuirlicher Reihenfolge im Detail zu verfolgen. Uebrigens sind die Euphausialarven bislang keineswegs ganz unbeobachtet geblieben, in dem umfassenden Material, welches *Dana* im atlantischen und stillen Ocean sammeln konnte, finden wir eine Anzahl verschieden vorgeschrittener Entwickelungsstadien unseres Schizopoden, freilich als besondere Gattungen und Arten beschrieben. *Dana*'s Calyptopis integrifrons, ferner Furcilia abbreviata, gracilis, microphthalma, macrophthalma, endlich Cyrtopia detruncata und rostrata sind nichts anderes, als verschieden vorgeschrittene Euphasialarven, die sich allerdings auf mehrere Arten beziehen mögen. Bei der unvollständigen Untersuchung der Gliedmaassen und des morphologischen Körperbaues mussten natürlich jenem Forscher sichere Anhaltspunkte fehlen, um über die Natur als Larven oder als ausgebildete Thiere ein entscheidendes Urtheil zu fällen. Allerdings wurden die Gattungen Furcilia und Calyptopis als muthmaassliche Jugendformen von Decapoden oder Eubranchiaten anhangsweise den Mysideen angereiht, sie würden indess auch in ihrer Beziehung zu Euphausia erkannt worden sein, wenn *Dana* mehr Rücksicht auf den Bau und die Form der Körpertheile genommen hätte.

Unter den *Dana*'schen Krebsformen ist ohne allen Zweifel die als Calyptopis integrifrons beschriebene die jüngste und entspricht genau dem messinesischen Stadium, welches ich in Fig. 46 u. 47. Taf. XXIX. abgebildet habe. Dasselbe ist ein kaum 3 mm. langes Thier von blasser Färbung, in der allgemeinen Körperform von der ausgebildeten Euphausia ganz und gar verschieden. Vor allem fällt am Vorderleibe der relative Umfang des Hautpanzers auf, unter welchen die Theile des Kopfbruststückes wie in einen Mantel eingezogen liegen. Selbst die kugligen pigmentlosen Augen ragen nicht über den mit Spitzen besetzten Stirnrand hervor. Nach hinten setzt sich der Hautpanzer in einen spitzen Zipfel fort, während der Seitenrand in einen kleinen nach vorn gerichteten Haken ausläuft. Auch das erste Segment des bereits vollzählig gegliederten, aber noch fusslosen Hinterleibes steckt ganz oder grossentheils zwischen den Lamellen des Panzers verborgen. Betrachten wir die Gliedmaassen etwas näher, so folgen auf die beiden Antennenpaare und tasterlosen Mandibeln nur drei Paare von Extremitäten, die vier Maxillen und die vorderen Kieferfüsse, von den mittleren und hinteren Kieferfüssen ist keine Spur zu sehen, es fehlen demnach noch 7 Paare von Brustgliedmaassen. Bekanntlich verhalten sich die eben dem Eie ent-

schlüpften Malacostrakenlarven in der morphologischen Ausbildung ihres Leibes nach den Gattungen und Familien äusserst verschieden, und vertreten Stufen, die sich zu einer fast continuirlichen Reihe fortschreitender Entwicklung zusammenstellen lassen. Unter diesen nimmt offenbar die Euphausialarve die niedrigste bis jetzt bekannte Stufe ein, auf welche die Zoëaformen mit zwei Kieferfusspaaren am Vorderleibe folgen. Dagegen zeigen sich die 7 Segmente der fehlenden Füsse schon jetzt als kurze Ringe des Rumpfes deutlich gesondert (Fig. 47). Von den 6 vorhandenen Gliedmaassenpaaren sind es wohl die oberen Antennen, deren Bau am nächsten auf das ausgebildete Thier hinweist, wir beobachten an ihnen einen ganz ähnlichen dreigliedrigen Stiel, dessen langer Basalabschnitt einen langen bedornten Stachel trägt, auch die beiden Geisseln sind als kurze und einfache cylindrische Glieder angelegt. Dagegen besitzt die hintere untere Antenne fast die Form eines langgestreckten Copepodenfusses, indem sich auf einem zweigliedrigen Stiele zwei lange cylindrische aber ungegliederte Aeste als Anlagen der Geissel und der lanzettförmigen Platte befestigen. Die beiden Maxillenpaare (Fig. 48 und 49) weisen ebenfalls auf die entsprechenden Kiefer der ausgebildeten Thiere hin, während der vordere Maxillarfuss (Fig. 50) von dem späteren Schizopodenfusse (Fig. 37) erheblicher abweicht. Sowohl der äussere befiederte Nebenast als der innere Fuss erscheinen durch kurze und einfache Anhänge vertreten, welche auf einem breiten zweigliedrigen Basalabschnitte aufsitzen. Um endlich auch die Fächer des Abdomens zu erwähnen, so sind schon jetzt neben der langgestreckten Mittelplatte die paarigen Seitenplatten, welche wir geradezu als die Gliedmaassen des 6ten Abdominalsegmentes betrachten können, wenn auch nur als kurze und rudimentäre Anhänge vorhanden. Dagegen fehlen noch die beiden beweglichen Zinken, die wir im ausgebildeten Thiere am Ende der Mittelplatte eingelenkt finden. Ebenso leicht als die äusseren Körpertheile erschliesst sich auch bei der hellen und durchsichtigen Beschaffenheit der Körperbedeckung die innere Organisation der Beobachtung. Man erkennt das Gehirn mit dem medianen Augenfleck, den Magen mit den seitlichen Leberschläuchen und das Herz mit seinen Gefässen, von denen die hintere Aorta den Darmcanal in seiner ganzen Länge begleitet. Von venösen Oeffnungen des Herzens gelang es in diesem Alter nur ein einziges hinteres Paar nachzuweisen, während sich die vorderen und seitlichen Arterien schon in derselben Zahl als in späteren Stadien entwickelt zeigen. Die grossen seitlichen Augen liegen, wie bereits erwähnt, hinter dem Kragen des Kopfbruststückes verborgen und entbehren noch sowohl des Pigmentes als der Krystallkegel und deren Cornealfacetten, dagegen enthalten sie ein Bündel eigenthümlich glänzender und eng an einander liegender Stäbe, auf welches wir in einem späteren Entwickelungsstadium zurückkommen werden. Uebrigens will ich nachträglich hervorheben, dass die Calyptopis integrifrons keineswegs dem jüngsten aller Larven-

stadien entspricht. Ich kenne vielmehr eine noch kleinere Larve von etwa 2 mm. Länge, welche in ihrer Körpergestalt und Gliedmaassenbildung mit der beschriebenen Form übereinstimmt, aber durch den ungegliederten Stiel der vorderen Antenne und den Mangel der Seitenflossen des Schwanzfächers auch morphologisch tiefer steht. Diese letztere Larve bin ich geneigt für die jüngste aller freien Entwickelungsformen der Euphausia anzusehen.

Etwas grössere Larven von $3\frac{1}{2}$ mm. Länge schliessen sich zwar in ihrem Habitus der Calyptopisform an, sind aber durch die Abwesenheit des hinteren Brustzipfels und durch eine weiter vorgeschrittene Entwickelung einzelner Körpertheile von jener verschieden. Vor allem besitzen sie die Anlage des zweiten Maxillarfusses in Gestalt eines einfachen gebogenen Anhanges, ferner am vorderen Segment des Hinterleibes das erste Schwimmfusspaar und zwischen ihm in der Medianlinie die Anlage zu dem ersten accessorischen Auge des Abdomens. Auch die seitlichen Augen des Kopfes zeigen sich verändert, sie beginnen über den Kragen des Kopfbrustschildes emporzuwachsen und vor dem Stäbchenbündel Spuren des Pigmentes und einige Krystallkegel zu entwickeln. Dieser Form scheint *Dana*'s Furcilia abbreviata zu entsprechen.

In einem weiter vorgeschrittenen Alter bei einer Grösse von 4 mm. sind am Abdomen auch die hinteren Schwimmfusspaare als zweiästige Stummel vorhanden, während das vordere befiederte Aeste erhalten hat; der zweite Maxillarfuss ist zu einem dreigliedrigen Beine mit der Anlage seines Nebenastes und des Kiemenanhanges verlängert. In der Basis dieser Gliedmaassen hat sich inzwischen das vordere accessorische Augenpaar gebildet, und da auch das letzte unpaare Auge zwischen dem 4ten Fusse des Hinterleibes angelegt ist, so fehlen nur noch die Augen der vorletzten Brustgliedmaassen und des zweiten und dritten Schwimmfusses am Abdomen. Ferner bemerken wir hinter den zweiten Maxillarfüssen die einfache Knospe des dritten Kieferfusses.

Aeltere Larven von $4\frac{1}{2}$—5 mm. Länge zeigen eine abermals höhere morphologische Gliederung. Der zweite Maxillarfuss steht jetzt als ausgebildeter Greiffuss mit umgeschlagenem dreigliedrigem Endabschnitt am Leibe hervor (Fig. 51, 52), auch der dritte Kieferfuss ist ein kurzer fünfgliedriger Fuss mit Nebenast und Kiemenanhang geworden. Ferner findet sich der nachfolgende vierte Fuss in Gestalt eines cylindrischen Anhanges mit dem Kiemenrudiment und endlich auch die Knospe des 5ten Beines oder 2ten Gehfusses vor. Während die vorderen accessorischen Augen der Brust und ebenso das erste und vierte des Hinterleibes ihre Pigmentirung erhalten haben, sind auch die des zweiten und dritten Abdominalsegmentes angelegt, es fehlen noch die hinteren Augen der Brust am vorletzten Kiemenbüschel. Die Veränderungen, welche die äusseren Körpertheile und die inneren Organe während der freien Entwicklung erlitten haben, fallen erst jetzt deutlicher in die Augen und dürften dess-

halb an diesem Orte eine kurze Erwähnung verdienen. An den vorderen Antennen sind die zwei apicalen Anhänge bedeutend verlängert und geringelt, die beiden Aeste der unteren Antennen lassen sich schon bestimmter als die spätere lamellöse Platte und Geissel unterscheiden. Nur wenig zeigen sich die Mundtheile modificirt, die beiden Anhänge des vorderen Maxillarfusses erscheinen gestreckter, der innere dem späteren Fusse entsprechende ist zweigliedrig. Auch die Form des Fächers ist verändert, indem sich die seitlichen Plattenpaare bedeutend gestreckt haben und Borsten tragen, die Mittelplatte aber am Ende ihre zwei seitlichen beweglichen Spitzen erhalten hat. Das unpaare Auge persistirt noch, das paarige Facettenauge ragt vollständig über dem Stirnrande hervor und ist in der Differenzirung seiner Theile, namentlich des Pigmentes der Krystallkegel und Facetten bedeutend vorgeschritten (Fig. 31). Das bereits erwähnte Stäbchenbündel, dessen Axe zu der Längsaxe des Auges rechtwinklig nach unten gekehrt ist, liegt in orangegelbem Pigment von einem Rahmen umgeben, dessen Spitze wahrscheinlich zum Eintritt der Blutflüssigkeit durchbrochen ist. Ueber die Natur und Bedeutung dieser sonderbaren Bildungen weiss ich leider nichts bestimmtes zu sagen. Von den übrigen Organen erscheint vor allem die Leber bedeutend gewachsen und die Zahl ihrer Blindschläuche ansehnlich vermehrt. Das Herz wird jetzt von drei Paaren venöser Ostien durchbrochen und sendet ausser den erwähnten Gefässen eine zweite abdominale Aorta in den Hinterleib, während die untere seitliche Arterie in ihrer Bedeutung für die Kiemenathmung sichtlicher hervortritt. Um den allmählichen Fortschritt der freien Entwicklung unserer Larven weiter zu verfolgen, scheint es mir zu genügen, einzelne Altersstadien herauszugreifen, ohne auf die zahlreichen Combinationen im Detail Rücksicht zu nehmen. Larven von 5—5½ mm. Länge besitzen zwei grosse mit ihren Endgliedern umgeschlagene Beine von der Form der Euphausiafüsse, die Maxillarfüsse des zweiten und dritten Paares. Der erste Maxillarfuss erhebt sich noch nicht als eine den nachfolgenden gleichartige Extremität. Der erste Gehfuss, das vierte Bein der ausgebildeten Euphausia, ist ebenfalls noch kurz und stummelförmig, aber fünfgliedrig, mit Nebenanhang und Kiemenrudiment, der zweite Gehfuss ein kurzer Schlauch, der dritte und vierte als kurze Knospe vorhanden; in der letzteren tritt auch die erste Anlage des zweiten accessorischen Auges der Brust als blasse Anlage auf.

Die Larven von 6 mm. Länge besitzen drei umgeschlagene Euphausiabeine, vor denen sich der erste Maxillarfuss zu einer ähnlichen Extremität zu strecken beginnt. Das fünfte Bein oder der zweite Gehfuss besitzt ebenfalls alle Glieder als Kiemenrudiment und das sechste Bein ist noch kurz und einfach, aber mit Kiemenrudiment, das siebente bildet eine kuglige Wölbung mit der Augenanlage und dem Kiemenrudiment. Aus den Larven von 6¼—7 mm. Länge werden vier umgeschlagene Euphausiabeine mit Nebenast und Kiemenanhängen an der Bauchfläche

sichtbar. Der vordere Maxillarfuss ist noch immer nicht zu einem den nachfolgenden gleichgestalteten Beine ausgewachsen. Das sechste Bein verlängert und gliedert sich, am siebenten vermehrt sich die Zahl der Kiemenschläuche und endlich ist auch das achte als einfache oder mit mehreren Ausstülpungen versehene Knospe angelegt. Alle Augen haben ihr Pigment entwickelt. In einem etwas weiter vorgeschrittenen Alter nimmt auch der vordere Maxillarfuss die umgeschlagene Form der nachfolgenden Beine an.

Larven von 8 mm. Länge besitzen schon die volle Zahl der Euphausiafüsse, indem ausser dem vorderen Maxillarfuss auch der dritte Gehfuss seine Ausbildung erlangt hat. An der 7ten und 8ten Extremität tritt der dem Fusse entsprechende Theil als stummelförmiger Fortsatz hervor. Die Anzahl der Kiemenschläuche ist noch eine geringe, am reichsten entwickeln sie sich an den hinteren Gliedmaassen, wo sich die ersten Zweige zu sondern beginnen. Dass inzwischen die Geisselanhänge der beiden Antennen zu einer immer grösseren Anzahl von Gliedern herangewachsen sind, dass die seitlichen Facettenaugen und die Leberschläuche eine immer grössere Complication erhalten haben, bedarf keiner besonderen Ausführung. Die mit dem weiteren Wachsthum eintretenden Veränderungen beziehen sich vorzugsweise auf die Vergrösserung der Kiemenbüschel und die Ausbildung der Geschlechtsorgane und der geschlechtlichen Unterschiede.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXV.

Fig. 1. Der embryonale Keim von Palinurus quadricornis mit umgeschlagenem Hinterleib. Zwischen den grossen seitlichen Augen sieht man den medianen Pigmentfleck des Gehirnes. *a′* vordere Antenne, *a″* hintere Antenne, *O* Oberlippe, *U* Unterlippe, *m* Mandibel, 1 erste Maxille, 2 zweite Maxille, 1′ erster, 2″ zweiter, 3″ dritter Maxillarfuss, 1″, 2″, 3″ erster, zweiter und dritter Gehfuss. *α* Membran des Dottersackes.

Fig. 2. Junge Phyllosoma von 2 mm. Länge. Die Zahlen haben dieselbe Bedeutung, als in der ersten Figur.

Fig. 3. Dieselbe Form ca. 180fach vergrössert. *A* medianes Auge, *D* Drüse der unteren Antenne, *G* Gehirn, *H* Herz, *L* Magenschlauch, *N* Bauchstrang und dessen Ganglien. Die übrigen Buchstaben und Zahlen wie in Fig. 1.

Fig. 4. Herz mit der umbiegenden Baucharterie, der Aorta und ihren vorderen Aesten des Auges und der vorderen Antenne.

Fig. 5 b. Maxillen (1 u. 2) und Anlage der ersten Maxillarfüsse (1′) einer älteren 4 mm. langen Phyllosoma.

Taf. XXVI.

Fig. 5. Aeltere Phyllosoma von ca. 4 mm. Länge. 4″, 5″ sind die Anlagen der beiden hinteren Gehfüsse der Brust. Die übrigen Buchstaben haben dieselbe Bedeutung als die früheren Figuren.

Fig. 6. Dieselbe Phyllosoma schwach vergrössert mit allen ihren Gliedmaassen.
Fig. 7. Eine weiter vorgeschrittene Phyllosoma von ca. 14 mm. Länge und 6½ mm. Breite.
Fig. 8. Aelteres Stadium derselben Phyllosoma von ca. 21 mm. Länge und 10 mm. Breite. Die Antennen sind einander näher gerückt und bedeutend verlängert, ebenso das Abdomen und die beiden hinteren Brustfüsse (4'' 5'') ansehnlich gewachsen.
Fig. 9. Die Maxillen des zweiten Paares } der nämlichen Form.
Fig. 10. Der vordere Maxillarfuss } der nämlichen Form.

Taf. XXVII.

Fig. 11. Eine zu einer anderen Art gehörige Phyllosoma von ca. 24 mm. Länge und 15 mm. Breite mit kurzen lamellösen äusseren Antennen.
Fig. 12. Mundtheile derselben Form.
Fig. 13. Acanthosoma (Larvenform) (von 5 mm. Länge).
Fig. 14. Sergestestarve mit colossal verlängerter Geissel der Aussenantenne, schwach vergrössert.
Fig. 15. Gehörorgan im Basalglied der inneren und oberen Antenne. *a* Gehörblase, *b* Otolith, *c* hinzutretender Nerv mit seinen Enden.
Fig. 16. Drüsenschlauch in dem Basalglied der äusseren und unteren Antenne.
Fig. 17. Unterlippe und Kiefer des ersten Paares.
Fig. 18. Kiefer des zweiten Paares.
Fig. 19. Kiefer des dritten Paares oder erster Maxillarfuss.
Fig. 20. Vordere Antenne mit dem Gehörorgan (wie bei Mastigopus).

Taf. XXVIII.

Fig. 21. Leucifer von Messina. *d* Drüse der unteren Antenne, *h* Herz, *n* Ganglien des Nervenstranges, *ao* seitliche Aorta.
Fig. 22. Die Drüse der unteren Antenne mit ihrer Ausmündung, stark vergrössert.
Fig. 23. Maxille des ersten Paares.
Fig. 24. Maxille des zweiten Paares.
Fig. 25. Vorderer Maxillarfuss.
Fig. 26. Spitzenglied des letzten Brustfusses.
Fig. 27. Die Gehörorgane in den inneren Lamellen des Schwanzfächers von Mysis. *n* Gehörnerv, *a* Blasenraum, *b* geschichteter Gehörstein.
Fig. 28. Dasselbe um die Nervenstäbchen und ihre Befestigungen zu zeigen.
Fig. 29. Euphausia Mülleri, unter starker Lupenvergrösserung. Die Geisseln der Antennen sind nicht in ihrer ganzen Länge dargestellt. Die Figuren wie früher.
Fig. 30. Die accessorischen Augen. *a*) Das Auge des vorderen Abdominalsegmentes mit zurückgerolltem Bulbus. *m* Augenmuskel. *b*) Dasselbe mit nach vorn gerichtetem Bulbus. *c*) Der Bau eines solchen aus der kugligen Auftreibung des Panzers herausgenommenen Auges. α Glänzender Ring im Umkreis der Linse, β Glaskörper, γ Linse, δ Stäbchenbündel, ε Nerven und Ganglienelemente in dessen Umkreis ζ pigmentirte vorn offene Schalen, ϑ Aeussere Kapsel des Bulbus. *d*) Letztes Auge des Hinterleibes mit nach hinten gerichtetem Bulbus und Linse des Panzers.
Fig. 31. Auge einer älteren Larve mit dem glänzenden, in orangegelber Scheide eingefassten Stäbchenbündel (*a*). *o* Unpaares Auge, *n* Ganglion des Opticus, *g* Blutgefäss.

Taf. XXIX.

Fig. 32. Vordere Antennen von Euphausia. α Büschel zarter Cuticularfäden.
Fig. 33. Hintere Antenne. *a* Stachel des Basalgliedes, *b* seitliche Lamelle.

Fig. 34. Mandibel mit Taster.
Fig. 35. *a* Unterlippe, *b* erster Kiefer, *c* zweiter Kiefer.
Fig. 36. Vorderer Maxillarfuss, *k* Kiemenanhang, *f* befiederter Nebenast.
Fig. 37. Zweiter Maxillarfuss mit dem ersten der accessorischen Augen in seinem Basalglied.
Fig. 38. Kiemenbüschel des dritten Maxillarfusses.
Fig. 39. Dritter Gehfuss.
Fig. 40. Gliedmaasse, welche dem vierten Gehfusse der Decapoden entspricht. *a* Gliedmaassenstummel, *b* Kiemenbüschel, *c* Augenhöcker.
Fig. 41. Gliedmaasse des letzten Brustsegmentes (fünfter Decapodenfuss).
Fig. 42. Schwimmfusspaar des Hinterleibes mit dem unpaaren Auge.
Fig. 43. Schwanzfläche.
Fig. 44. Innerer Ast des ersten männlichen Schwimmfusses.
Fig. 45. Innerer Anhang des zweiten männlichen Schwimmfusses.
Fig. 46. Junge Euphausialarve von 3 mm. Länge, Calyptopisstadium, schwach vergrössert.
Fig. 47. Dasselbe unter starker Vergrösserung. *o* Unpaares Auge.
Fig. 48. Vordere Maxille.
Fig. 49. Hintere Maxille.
Fig. 50. Erster Kieferfuss.
Fig. 51 und 52. Aeltere Larven von 5 mm. Länge.

Ueber das Epithel der Lymphgefässwurzeln und über die v. Recklinghausen'schen Saftcanälchen.

Von

Prof. **W. His** in Basel.

Mit Tafel XXX.

Am Schlusse eines im vorigen Bande dieser Zeitschrift abgedruckten Aufsatzes über die Wurzeln der Lymphgefässe habe ich nur kurz der damals soeben erschienenen wichtigen Schrift von *v. Recklinghausen* (»Das Lymphgefässsystem und seine Beziehungen zum Bindegewebe«) gedacht. Indem ich mich dort auf eine summarische Darstellung der Hauptergebnisse jener Schrift beschränkte, behielt ich mir vor, dieselben einer ihrer Neuheit und Wichtigkeit angemessenen Prüfung zu unterziehen und über diese seitdem vorgenommene einlässliche Prüfung erlaube ich mir nun im Nachfolgenden zu berichten.

Wie man sich erinnert, sind es folgende zwei Behauptungen, die den Kern der *v. Recklinghausen*'schen Arbeit bilden:

1) es sollen sämmtliche Lymphgefässe, auch die feinsten, von einem eigenthümlich gestalteten Epithel ausgekleidet sein;

2) sollen die bis dahin bekannten Lymphgefässanhänge durchweg mit einem System sehr feiner, stellenweise erweiterter Canäle des Bindegewebes, den sog. Saftcanälchen zusammenhängen. Diese aber sind nach *v. Recklinghausen* die Theile, die man bis dahin für anastomosirende Bindegewebszellen gehalten hat, während in Wirklichkeit die eigentlichen Bindegewebszellen erst in ihnen, resp. in den erweiterten Knotenpunkten derselben liegen und entweder mit gar keinen oder doch nur mit kurzen, keineswegs aber mit anastomosirenden Ausläufern versehen sind.

Zwerchfell kleinerer Thiere. Ich beginne mit der Behandlung dieses Objectes, weil die Beobachtungen an demselben auch den Hauptausgangspunkt der neuen Aufstellungen *v. Recklinghausen*'s bilden

und weil in der That das Object für rasche Entscheidung der einschlägigen Fragen ein äusserst glücklich gewähltes ist. — Die Bilder, die man von einer nach *v. Recklinghausen* behandelten Membran erhält, sind von einer beinahe erschreckenden Schärfe und Handgreiflichkeit: Schon mit blossem Auge erkennt man auf dunkelem Grunde im Centrum tendineum ein helles Netzwerk von stellenweise bedeutender Dichtigkeit; aus ihm entwickeln sich am Rande stärkere Stämmchen mit reichlichen knotigen Auftreibungen. Am vollständigsten habe ich dies Netzwerk an einem Diaphragma übersehen, das mir Herr *v. Recklinghausen* selbst zu schicken die Freundlichkeit hatte und das nach einer neuen Modification seiner früheren Methode behandelt worden war[1]. — Ueber die Lymphgefässnatur des fraglichen Netzes kann kein Zweifel sein; die knotigen Anschwellungen der kleinen Stämmchen, das Verhalten der Stämmchen zu dem feineren Netz ist allzu charakteristisch; die Injection hebt vollends allen Zweifel. Mit einer fein zugeschärften Canüle habe ich, wie *v. Recklinghausen*, vermocht, die Lymphgefässe des Kaninchendiaphragma's mit gefärbter Leimmasse zu füllen; das Bild, das man von dem also sichtbar gemachten Netzwerk erhält, entspricht in allen Punkten auf das Genaueste dem hellen Netzwerk, das das Diaphragma nach der Silberbehandlung erkennen lässt. Der Durchmesser der Wurzelröhren beträgt 1,2—6/100‴, ihre Maschen sind häufig rechteckig und, wie dies *v. Recklinghausen* richtig hervorhebt, laufen die tieferen derselben in der Regel parallel den durch sie auseinandergedrängten Sehnenbündeln der Membran. Die aus dem Wurzelnetz hervortretenden grösseren Stämmchen, die unter einander nicht mehr, oder doch nur äusserst sparsam sich verbinden, erreichen eine Weite bis zu 1—3/10 Linien.

Betrachtet man nun bei stärkerer Vergrösserung einen epithelfreien Flachschnitt der mit Silber behandelten Membran, so fällt sofort an den Lymphcanälen jene feine netzförmige Zeichnung in die Augen, die *v. Recklinghausen* zuerst gesehen und für den Ausdruck eines die Lymphgefässe auskleidenden Pflasterepithels erklärt hat. Die Zeichnung hat, wenigstens in den feineren Gefässstämmchen, etwas durchaus eigenthümliches und ich kenne im Bereich der thierischen Histiologie nichts analoges. Es ist ein Mosaik kleiner von stark gebogenen Wellenlinien umfasster zackiger Felder, das am ehesten noch etwa mit manchen pflanzlichen Epidermisbildungen verglichen werden kann. Die Zacken der einzelnen Felder greifen genau in einander und die Grenzlinien sind sehr fein und scharf gezogen. Verfolgt man das Mosaik genauer, so überzeugt man sich, dass es in einfacher Lage den ganzen Lymphcanal auskleidet. In den feineren Stämmchen ist die allgemeine Form der einzelnen Felder eine der rundlichen sich nähernde; in den grösseren Stämmchen wird sie mehr langgestreckt, und je stärker jene, um so mehr

1) Die Schilderung dieser modificirten Methode giebt *v. Recklinghausen* in *Virchow*'s Archiv Bd. 26. S. 208.

verlieren sich die Ausbuchtungen der einzelnen Felder, um so mehr nehmen die letzteren die Form von abgestutzten Spindeln an.

Worauf deutet nun diese sonderbare Zeichnung? — Wie mir scheint, kann man nur an zwei Dinge denken, nämlich entweder an Netze feiner elastischer Fasern, oder wie *v. Recklinghausen*, an die Grenzlinien von Plattenepithelien. — Feine elastische Fasern können nach Silberbehandlung als ein dunkles Netz sich darstellen, das mit dem vorher geschilderten bei oberflächlicher Betrachtung allenfalls verwechselt werden könnte; allein gleichwohl verhält sich solch ein elastisches Netz in manchen Punkten anders, als die an den feinen Lymphgefässen auftretende Zeichnung; vor allem fehlt jene Gleichmässigkeit der Linien, die wir hier beobachten; elastische Fasern verfeinern sich bei der Theilung, nehmen an Dicke zu da wo sie zusammenstossen und weichen meist unter spitzen Winkeln auseinander. An unserem Netzwerk dagegen zeigen, falls das Präparat wohl gelungen ist, alle Linien einen gleichmässigen Durchmesser und eine verlässt die andere je unter einem grösseren Winkel. Dazu kommt, dass wenn die Canalwand einfach gesehen wird (an Schräg- oder Längsschnitten) die Zeichnung immer einfach ist, nie in mehrfacher Schicht sich überlagert, während für elastische Fasernetze eine solche einfache Ausbreitung in den Flächen unstreitig sehr ungewöhnlich wäre. Es bleibt also in der That kaum eine andere Annahme übrig, als die, dass die Zeichnung von den Grenzlinien eines eigenthümlich modificirten Plattenepithels herrühre, dessen Zellen mit abgerundeten Zacken in einander greifen und durch geringe Mengen einer Zwischensubstanz innig verkittet sind. — Durch Behandeln feiner Schnitte der silberimprägnirten Diaphragmen mit starker (35°) Kalilauge gelang es mir, Fetzen einer sehr dünnen Membran zu isoliren, an der die Zeichnung noch sichtbar war. Auffallend ist es, dass in den fraglichen Epithelien die Kerne so schwer wahrgenommen werden: *v. Recklinghausen* bildet zwar dieselben ab, indess auch nur an einer Figur (Taf. II, 4); ich besitze unter einer grossen Zahl von Präparaten nur sehr wenige, vielleicht zwei oder drei, an denen unzweifelhaft Kerne in jenen Platten liegen[1]; es hängt dies Unsichtbarwerden der Kerne unzweifelhaft grossentheils von der Silbereinwirkung ab. Auch an Bindegewebszellen und vor allem an Hornhautkörpern habe ich beobachtet, dass die sonst so leicht sichtbar zu machenden Kerne nach Silberbehandlung meist ganz für das Auge geschwunden und oft auch mit den besten Systemen nicht mehr nachweisbar waren.

Wenn ich nach den eben gemachten Auseinandersetzungen der einen Aufstellung *v. Recklinghausen*'s, nämlich derjenigen vom Vorkommen eines Epithels in den feineren Lymphgefässen des Diaphragma vollkommen beistimme, so bin ich durchaus anderer Ansicht als jener Autor hin-

1) Es sind dies Präparate, die der Silber-Kochsalzbehandlung unterzogen waren.

sichtlich der Saftcanälchen und ihrer Beziehung zu den Lymphgefässen; für's erste nämlich läugne ich das Vorkommen von Saftcanälchen in dem Sinne von *v. Recklinghausen*, und zweitens halte ich die Verbindung der von ihm als Saftcanälchen gedeuteten Theile mit den Lymphgefässen nur für eine scheinbare.

Ueber die angeblichen Saftcanälchen der Hornhaut habe ich mich bereits in einem andern, hauptsächlich der Methodik der Silberimprägnation gewidmeten Aufsatze ausgesprochen[1]). Ich glaube dort an der Hand von Isolationsversuchen mit Sicherheit nachgewiesen zu haben, dass wir keinen Grund haben, von der älteren Auffassung zurückzukommen, wonach die verzweigten Hornhautzellen durch ihre Ausläufer sämmtlich zusammenhängen und allenthalben dicht von der Grundsubstanz umfasst sind. Die weissen verzweigten Figuren, die wir nach der einfachen Silberbehandlung der Hornhaut in dunkler Grundsubstanz eingestreut sehen, sind eben nichts anderes als stark aufgequollene Hornhautkörper, in denen die Kerne undeutlich oder völlig unsichtbar geworden sind. Dieselben Körper sehen wir bei Silber- und nachheriger Kochsalzbehandlung mehr oder minder strotzend mit Körnern sich anfüllen und wir können sie durch Schwefelsäure in dem Zustande auch von der Grundsubstanz isoliren. — Was nun von den Bindegewebszellen der Hornhaut gilt, das gilt mit geringen Veränderungen auch von denjenigen des Diaphragma. Bei der einfachen Silberbehandlung treten dieselben in der braunen Grundsubstanz als ein System heller vielfach zusammenhängender Sterne auf (Fig. 1): sie erscheinen verhältnissmässig voluminös (Dm. der Körper bis zu 1—1,5/100‴, der Ausläufer bis zu 1—12/1000‴), sie sind jedenfalls weit grösser, als man sie nach Essigsäurebehandlung zu Gesicht bekommt und da sich für die Hornhaut bestimmt nachweisen lässt, dass durch die Silberbehandlung die Zellen aufquellen, so werden wir etwas Aehnliches auch hier annehmen können. Kerne sind mit Sicherheit nicht zu sehen. Eine Einzeln-Verfolgung der Körper wird natürlich um so schwieriger, je dicker die Membranschicht ist und wo mehrere Zellenlagen übereinanderliegen, da wird es wegen des Ineinanderfliessens der meisten Figuren oft sehr schwer zu sagen, was einfache Körper sind und was Ueberlagerungsbilder.

Ganz anders wird das Bild, wenn man das mit Silberlösung behandelte Diaphragma sofort in starke Kochsalzlösung legt. Da tritt ähnlich wie in der Hornhaut das Silber in die Zellen selbst ein, während die Grundsubstanz vollständig sich entfärbt (Fig. 2). Die also silberhaltig gewordenen Zellen erscheinen minder gross, als sie zuvor nach einfacher Silberbehandlung gewesen waren. Die Formen derselben variiren je nach den Orten des Vorkommens: im fibrösen Theil des Diaphragma sind sie lang, spindelförmig, der Faserrichtung parallel gestellt und mit ge-

[1]) Ueber die Einwirkung des salpetersauren Silberoxydes auf die Hornhaut. Schweiz. Zeitschr. für Heilkunde. Bd. II. p. 1 u. f.

streckten Hauptausläufern; in der serösen Schicht zeigen sich ovale, polygonale oder auch dreieckige Zellformen mit kurzen geschwungenen Ausläufern. Eine gute Ansicht von den Zellen gewinnt man übrigens auch an diesen Präparaten nur dann, wenn die Schnitte dünn sind; bei grösserer Dicke des Präparates bieten die silberhaltigen Zellen und ihre Ausläufer ein ziemlich unauflösbares Gewirre. Behandelt man einzelne Schnitte mit concentrirten Säuren, so isoliren sich die Körper ohne Schwierigkeit und im Zusammenhang, indess ist auch hier behufs guter Orientirung die Anwendung nur dünner Schnitte anzurathen. Was die Lymphgefässe betrifft, so füllen sie sich bei dieser zweiten Art der Silberbehandlung niemals mit Silber; sie bleiben hell in hellem Grund und stechen demnach natürlich weit weniger scharf ab, als bei den zuvor geschilderten Präparaten. Die dunkeln Contourlinien der Epithelien sah ich an manchen Stellen fortbestehen, während an anderen Stellen dieselben undeutlich geworden waren, dafür aber schwache Färbung der Epithelkerne auftrat.

Verhältniss der Pseudosaftcanälchen zu den Lymphgefässen. — Betrachtet man unter dem Mikroskop Schnitte eines der einfachen Silberbehandlung unterzogenen Diaphragma, so erhält man Bilder, von denen nicht zu verkennen ist, dass sie die Originalien zu den Abbildungen von *v. Recklinghausen* (Taf. I, 2 und Taf. II, 1 und 2) geliefert haben. Indess ist nicht zu verhehlen, dass jene von einem Studirenden ausgeführten Zeichnungen ihr Original ziemlich unvollkommen wiedergeben und überhaupt ohne sonderliches Verständniss gemacht sind. Eine so absolut unregelmässige Begrenzung der Lymphcanäle, wie sie insbesondere auf Fig. 2 von Taf. I und Fig. 2 von Taf. II sich finden, kommen nirgends vor; die Contourlinien der Gefässe laufen vielmehr auch dann, wenn sie gebogen sind, durchaus nicht zackig, sondern glatt, wie wir sie auch aus andern Localitäten kennen und wie sie *v. Recklinghausen* selbst in einigen anderen Figuren, so z. B. in Taf. I, Fig. 1 darstellt. — Scheinbare Unregelmässigkeit der Begrenzung kann nun aber in doppelter Weise entstehen, einmal bei ungleichmässiger Imbibition der Grundsubstanz mit Silber, wie sie nach Faltenbildung oder insbesondere nach partiellem Wegfall des Epithels oft auftritt; zweitens aber durch Ueberlagerung der Lymphgefässwände von Seiten der sog. Saftcanälchen. — Erstere Täuschungsquelle, die im Beginn der Untersuchung allerdings irre leiten kann, wird wohl ein Jeder leicht übersehen lernen, die Erkennung der zweiten aber ist, wie die Arbeit von *v. Recklinghausen* zeigt, weit schwieriger.

Machen wir uns zunächst die Wirkung der Silberbehandlung klar: die Silberlösung, in die Grundsubstanz sich imbibirend, bildet mit Bestandtheilen der die letztere durchtränkenden Säfte (mit Chloralkalien oder Albuminaten) eine unlösliche, im Lichte sich bräunende, Verbin-

dung. Diese dunkle Verbindung bleibt bei richtig geleiteter Silberimprägnation aus: 1) in den das Gewebe durchziehenden Canälen, Lymphgefässen sowohl als Blutgefässen, und 2) in den Zellen des Gewebes. Beide Bildungen, Gefässcanäle und Zellennetz, werden sich somit hell in dunkelem Grund darstellen. Wir dürfen nun aber von den wenigsten Gefässen erwarten, dass sie unmittelbar die Oberfläche der Membran berühren; sie werden immer von derselben durch eine dünnere oder dickere Bindegewebsschicht getrennt sein, die Zellen enthält, und zwar werden diese Zellen mit denen im übrigen Gewebe zusammenhängen. Wir werden also über den meisten Lymphgefässen eine ähnliche, wenn auch blassere Zeichnung wahrnehmen, wie sie auch in den intervasculären Räumen beobachtet wird und wir werden von letzteren her durchsichtige Zellen und Zellenausläufer in jene Schichten sich fortsetzen sehen. Je dünner und blasser die supervasculäre Schicht ist, um so leichter wird es den Anschein haben, als ob die hellen Figuren der intervasculären Bindegewebskörper unmittelbar in die Lymphgefässe selbst einmündeten, um so eher wird man übersehen, dass in Wirklichkeit der Zusammenhang jener Figuren nicht mit den Gefässen, sondern mit den den Gefässen überlagerten verzweigten Körpern stattfindet. Es scheint nun *v. Recklinghausen*, da er dieses Verhältniss nirgends berührt, dasselbe völlig übersehen zu haben — er glaubte demnach da, wo er die durchsichtigen Bindegewebskörper an die durchsichtigen Lymphgefässe anstossen sah, jene mündeten in diese ein. Der Grund der Täuschung mag vielleicht darin liegen, dass *v. Recklinghausen* anstatt dünner Schnitte die Membran als Ganzes untersuchte und ausserdem vielleicht auch darin, dass er, wie ich schriftlich von ihm erfahren habe, seine Präparate zur Erlangung der nöthigen Durchsichtigkeit trocknet und einkittet, eine Methode, die für Entscheidung feinerer Verhältnisse nicht immer zu empfehlen ist. — Immerhin sind auch in den Abbildungen von *v. Recklinghausen* Stellen, die zu einer richtigen Auffassung des Verhältnisses hätten führen sollen, so vor Allem in Fig. 2 der zweiten Tafel (im rechten unteren Quadranten). — Ich muss gestehen, dass ich an feinen Schnitten nirgends Stellen gefunden habe, von denen es hätte zweifelhaft bleiben können, ob die Bindegewebskörper in die Lymphgefässe münden, oder ob sie über ihnen weglaufen. — Eine ähnliche Erklärung, wie die eben gegebene, gilt für die grossen hellen Lacunen, die man an einigen Stellen in den Abbildungen von *v. Recklinghausen* sieht, und die man wirklich in den Präparaten oft zu sehen glaubt. Auch sie rühren nicht etwa her von colossalen Bindegewebskörpern mit dicken Fortsätzen, sondern ihr Vorkommen erklärt sich dadurch, dass an gewissen Stellen Bindegewebskörper nur durch dünne Grundsubstanzbrücken getrennt, mehrfach sich überlagern, und das einfache weisse Feld zerfällt bei genauerer Betrachtung in ein, nicht immer leicht zu entwirrendes, Gemenge kleiner durch schwach gefärbte Zwischenstreifen getrennter

Felder. — Wären die Verhältnisse in Wirklichkeit so, wie sie die Zeichnungen von *v. Recklinghausen* geben, so wäre natürlich kein Grund, warum bei Injection mit feinen Massen nicht das System der angeblichen Säftcanälchen ganz oder doch zum grösseren Theil sich füllen müsste und doch findet eine solche Anfüllung bei Injection der Diaphragmalymphgefässe durchaus nicht statt, die mit Masse gefüllten Gefässe sind allenthalben scharf gegen das umgebende Gewebe abgesetzt, ohne kleine Anhängsel irgend welcher Art.

Dass auch an Präparaten, die mit Silber und Kochsalz behandelt waren, an denen also das Silber intercellulär liegt, kein Einmünden der Zellen in Lymphgefässe zu beobachten ist, das bedarf nur kurzer Erwähnung. Auch an ihnen sieht man die silberhaltigen Körper über den Canälen liegen, quer oder schräg verlaufend, anscheinend ohne jede Beziehung, wenigstens zu den feineren derselben. Für die stärkeren Lymphgefässstämmchen wird das Verhältniss etwas anders, indem an diesen eine peripherische Bindegewebsverdichtung wahrgenommen wird, an der sowohl Intercellularsubstanz als Zellen Theil nehmen; für sie also finden wir parallele Anlagerung langgestreckter Zellen an die Gefässwand.

D a r m s c h l e i m h a u t. Nachdem ich mich einmal von den eben geschilderten Verhältnissen an Diaphragmen kleinerer Thiere überzeugt hatte, war ich sehr begierig zu erfahren, wie sich das Studium der Darmschleimhaut mittelst der Methode der Silberbehandlung gestalten würde. Die ersten Versuche, die ich zu dem Zwecke anstellte, führten zu sehr unvollkommenen Resultaten; es ist nämlich die Darmschleimhaut ähnlich wie alle Zellen- oder Albuminatreichen Gewebe der Silberbehandlung minder zugänglich, als die einfachen bindegewebigen Theile; spritzt man schwächere Silberlösungen in sie ein und untersucht nach einiger Zeit, so ist alles das Silber verschwunden, indem sich lösliche Verbindungen gebildet haben; benutzt man aber stärkere Lösungen, so wird leicht durch das Uebermaass der sich bildenden Niederschläge das Präparat so undurchsichtig, dass eine genaue Analyse der Schnitte nicht mehr möglich ist. Präparate, die die Verhältnisse der Chyluswege vortrefflich zeigten, erhielt ich schliesslich dadurch, dass ich 1—2 procentige Lösungen von Arg. nitr. durch feine Einstiche in die Schleimhaut einspritzte und nun diese sofort dem Sonnenlicht aussetzte, bis zu stattgehabter Reduction der gebildeten Silberverbindungen. Für die Lymphwege ist es ziemlich gleichgiltig, ob man das silberhaltige Darmstück für sich allein oder mit Kochsalzlösung befeuchtet dem Licht aussetzt, dagegen wird, ähnlich wie in andern Theilen, so auch im Grundgewebe der Schleimhaut, falls es überhaupt von der Silberlösung durchtränkt ist, durch den Zusatz von Kochsalzlösung der Eintritt des Silbers in die Zellen und zwar in die runden lymphkörperchenartigen sowohl als in die Bindegewebszellen eingeleitet.

v. Recklinghausen beschäftigte sich an mehreren Stellen seines Buches mit der Darmschleimhaut (p. 46, 57, 90, 96); seine Ergebnisse sind die, dass die Lymphbahnen hier von demselben charakteristischen Epithel ausgekleidet seien, wie anderwärts und dass die Schleimhaut ähnlich andern bindegewebigen Häuten von einem System von Saftcanälchen durchzogen werde, die durch grössere Reichlichkeit, Weite und durch weniger regelmässige Lagerung sich auszeichnen. — Als Saftcanälchen werden die Räume der Schleimhaut bezeichnet, in denen die lymphkörperähnlichen Zellen liegen, diese letzteren sind nach ihm den Bindegewebszellen anderer Theile aequivalent, das ganze Schleimhautgerüst aber ist blosse Grundsubstanz. Nach dem was wir früher über die vermeintlichen Saftcanälchen der Hornhaut und des Zwerchfells gesagt haben, ist jedenfalls soviel klar, dass jene zellenhaltigen Räume der Schleimhaut nicht einfach mit den Bindegewebskörpern anderer Organe in eine Reihe gestellt werden können, selbst wenn ihr Inhalt genetisch auf Bindegewebskörper zurückführbar ist. Ebenso kann aber auch das die fraglichen Räume umschliessende Gewebe nicht nur als Grundsubstanz angesehen werden; die Silberpräparate nicht minder als die nach gewöhnlicher Methode gewonnenen zeigen mit Sicherheit, dass wie ich dies schon in meinem früheren Aufsatz hervorhob, das Schleimhautreticulum in vielen Fällen fast ganz von verzweigten Zellen sich aufbaut oder dass wo dies nicht der Fall ist, Bindegewebskörper der gewöhnlichen Art in Grundsubstanz eingebettet erkennbar sind [1]).

Weit glücklicher als die eben besprochene Auffassung des Schleimhautbaues ist die Entdeckung, die *v. Recklinghausen* in Betreff des Epithels der Chyluswege gemacht hat. Ich habe den Dünn- und Dickdarm

1) Dass im Gewebe der Darmschleimhaut Modificationen vorkommen, dass an manchen Stellen die die Lymphzellen einschliessende Substanz mehr aus blattartigen denn aus rundlichen Bälkchen bestehe, wie *v. Recklinghausen* und *Frey* gegen mich einwenden, das ist etwas, was ich nie in Abrede gestellt, vielmehr selbst auch geschildert habe; allein dies kann, wie ich glaube, noch keinen Grund abgeben, die von mir vorgeschlagene Bezeichnung als adenoide Substanz, die die nahe Verwandtschaft des Darmschleimhautgewebes mit dem Lymphdrüsengewebe ausdrücken soll, fallen zu lassen. Einen allzugrossen Werth hat die specielle Verfolgung der Uebergangsformen zwischen gewöhnlichem Bindegewebe und Lymphdrüsengewebe wohl kaum, denn wie wir aus verschiedenen bisherigen Arbeiten, insbesondere aus der interessanten Abhandlung von *F. Schmidt* über die Tonsillen (Det Folliculaere Kjertelvaev, Kopenhagen 1862) wissen, so können an einer gegebenen Localität je nach den physiologischen Zuständen des Organismus die verschiedenen Bildungsformen mit einander abwechseln. Dass dies auch von der Magen- und Darmschleimhaut gelte, das hoffe ich in einem späteren Aufsatze näher ausführen zu können.

Der Vorwurf, den, in der Freude über das Gelingen seiner eigenen Injectionen, *H. Frey* den meinigen macht, dass sie dürftig seien, ist unbegründet. Es wäre mir leicht gewesen, nach meinen Präparaten ähnliche bunte Bilder der Lymphcanäle des Darmes zu geben, wie mein verehrter Züricher College; allein zum Verständniss der Beziehungen zwischen Lymphwegen und Schleimhautgewebe hätten sie wohl weniger geleistet, als meine allerdings ziemlich bescheidenen Zeichnungen.

vom Schaf, vom Kaninchen und vom Kalb auf jenes Epithel untersucht und habe dasselbe nirgends vermisst. Es kleidet als continuirliche Schicht im Dünndarm die centralen Zottenräume, im Dickdarm die von mir gefundenen, von *Frey* und *Krause* bestätigten blinden Anfangsröhren aus; von da setzt es sich fort in die Canäle der übrigen Mucosa, der Submucosa, Muscularis und Serosa; es überzieht ferner vollständig die Sinus in der Umgebung der Follikel und die mehr oder minder breiten Substanzbalken, die jene durchsetzen und von einander trennen. Da es *v. Recklinghausen* unterlassen hat, dies wichtige Ergebniss seiner Forschungen bildlich darzustellen, so erlaube ich mir in den Figuren 3—5 das von ihm Versäumte nachzuholen. — Einige Einzelnheiten sind besonders hervorzuheben: Die Zellen, die das Epithel bilden, zeigen ähnlich wie in den Lymphgefässen des Zwerchfells, ausgezackte Formen und greifen mit ihren Zacken auf das Innigste in einander. Ihr Durchmesser beträgt zwischen 8—12/1000'''. Da wo das Epithel in grösserer Fläche vorliegt, wie z. B. in den Sinus, die die grossen Follikel des Kalbsdarms umgeben, kommt es oft vor, dass durch den Schnitt einzelne Stellen abgestreift sind. Das Bild entspricht ganz demjenigen, das man auch von anderen unvollständig erhaltenen einschichtigen Epithelien, etwa dem Epithel der Linsenkapsel oder der M. Descemeti erhält. Die abgestreiften Fetzen sieht man sich zusammenfalten und oft folgen die Lücken im Epithel genau den Zacken, die die Zellenbegrenzung bilden. Wenn irgend ein Bild, so kann dieses im Stande sein, die übrig bleibenden Zweifel über die Epithelnatur der beobachteten Schicht zu zerstreuen. — Die Grenzlinien zwischen den Zellen sind an guten Präparaten sehr scharf gezogen, von Oeffnungen oder Lücken zwischen den einzelnen Zellen ist an manchen Stellen absolut Nichts wahrzunehmen, an anderen dagegen finden sich Bildungen, die kaum für etwas anderes denn für intercelluläre Stomata angesehen werden können. Fig. 6 giebt von diesen Bildungen eine Anschauung: es finden sich nämlich an bestimmten Stellen die im Uebrigen scharf gezeichneten Grenzlinien der Zellen unterbrochen von ovalen oder rundlichen hellen Feldern, deren Grösse einem ziemlichen Wechsel unterworfen sein kann; die kleineren erscheinen nun wie eine spindelförmige Verbreitung der Grenzlinie, während die grösseren, die 2, 3 ja bis 6 Tausendstellinien im Dm. messen können, beiderseits stark in die angrenzenden Zellen vorspringen. Es sind diese Felder bald einfach in den Grenzlinien zweier benachbarter Zellen, bald finden sie sich da wo drei Zellen zusammentreffen; nicht immer stehen sie symmetrisch zu den Grenzlinien, sondern sie können gegen eine Seite mehr vorragen, als gegen die andere, zuweilen, obwohl selten, ist auch ihre Form unsymmetrisch eingeschnürt oder verbogen. Ich habe diese Bildungen bis jetzt sowohl in den Lymphwegen der Zotten, als auch in denen der übrigen Schleimhaut und in der Bekleidung der Follikel gefunden; da wo sie auftreten, findet man sie meist sehr reichlich beisammenliegend, grössere

und kleinere neben einander, während dann anderwärts wieder auf grössere Strecken keine einzige Lücke sichtbar ist. Die Gesetzmässigkeit im Auftreten jener Stomata lässt den Gedanken an bloss zufälliges Vorhandensein nicht aufkommen; es bleiben somit bloss die beiden Möglichkeiten offen, entweder dass sie künstliche Rissspalten oder dass sie natürlich präformirt seien. Letzteres scheint mir zur Zeit aus physiologischen Gründen das Wahrscheinlichere.

Einen Austritt von Flüssigkeit von den Lymphcanälen aus in das umgebende Gewebe, habe ich so wenig wie *Teichmann* u. A. beobachtet und halte ich die bezüglichen Abbildungen, welche *v. Recklinghausen* Taf. III. Fig. 2 giebt, nicht für zureichend, um die gewünschten Oeffnungen zu beweisen; jene Bilder können entweder durch Zerreissungen der centralen Zottenräume, oder, was bei Oelmassen ja ausnehmend leicht geschieht, durch oberflächliche Verunreinigung entstanden sein. — Kerne konnte ich in den Epithelzellen der Schleimhautsinus mit Sicherheit nie wahrnehmen, indess ist daraus nicht auf das Fehlen zu schliessen, da, wie ich schon früher zeigte, die Methode der Silberimprägnation nicht geeignet ist, die Kerne hervortreten zu machen. Die Epithelschicht, welche die Chylusräume auskleidet, ist, wie dies Canaldurchschnitte oder Faltungen einzelner Membranfetzen zeigen, unmessbar dünn; dass sie innerhalb der Schleimhaut unmittelbar dem verdichteten Schleimhautgewebe aufsitzt, das bedarf nach den Ergebnissen meiner früheren sowie der *Recklinghausen*'schen und *Frey*'schen Arbeiten keiner besondern Begründung mehr. Indess ist auch in der Submucosa, die bekanntlich ein dichtes Netz sehr weiter Canäle enthält, die Wand der letzteren ungemein dünn und mit dem übrigen Bindegewebe in inniger Verbindung und erst unter der Serosa bilden sich die Stämmchen hervor mit scharf ausgeprägter (muskelhaltiger) Wandung, die dann weiterhin ins Gekröse eintreten. — An wohlgelungenen Silberpräparaten der Lymphgefässe der Submucosa stellt sich die das Epithel umhüllende Bindegewebsschicht in einer für den Ungeübten etwas auffälligen Form dar. Man sieht nämlich, abgesehen von der bekannten Epithelzeichnung, die bräunlich gefärbten Gefässstämmchen mit vielen regelmässig zerstreuten hellen Flecken besät, die man leicht versucht ist für Löcher anzusehen. Eine genauere Betrachtung stellt heraus, dass diese Flecke nichts Anderes sind, als ein System verzweigter und unter einander zusammenhängender Bindegewebskörper. In der eigentlichen Mucosa ist mir dies Bild nicht vorgekommen, nur an der der Submucosa zugekehrten Wand Peyer'scher Follikel traf ich es wieder (Fig. 5).

Sehr geeignet erweisen sich, wie dies auch *v. Recklinghausen* hervorhebt, die Silberpräparate zur Verfolgung organischer Muskeln; so treten an manchen Präparaten die sonst so schwer zu verfolgenden Muskeln der Zotten auf das Deutlichste hervor in Form von longitudinal gestellten, netzförmig unter einander verbundenen Bändern, die entweder

unmittelbar oder doch jedenfalls sehr nahe am centralen Lymphraum anliegen. — Ebenso präsentiren sich auf das Vortrefflichste die Muskelbänder der Muscularis mucosae mit ihren netzförmigen Verstrickungen. An Silberpräparaten bin ich auch zur Einsicht eines Irrthums gekommen, den ich mir in meiner früheren Darmarbeit habe zu Schulden kommen lassen; ich habe nämlich dort die Angabe gemacht, dass in den dichten Follikellagern des Kalbs-, Kaninchen- und theilweise des Schafdarms die Muscularis mucosae unter den Follikeln liege, während, wie ich annahm, die zerstreut stehenden Follikel minder dichter Plaques nur mit ihrem oberen und mittleren Theil die Muscularis mucosae überragen, mit ihrem Aussentheil aber in der Submucosa liegen. Zu diesen Angaben hatte ich mich veranlasst gesehen, weil in der That an feinen senkrechten Schnitten unterhalb der Follikel eine dünne, aber scharf markirte Membranschicht wahrgenommen wird (in meiner Fig. 1. Taf. I. mit *MM* bezeichnet), die die unmittelbar unter den Follikeln befindlichen Sinus von dem die Gefässausbreitung tragenden Theil der Submucosa scheidet; während eine scharfe Gewebsgrenze zwischen dem mittleren und äusseren Theil der Follikelumgebung nicht wahrgenommen wird. Die genaue Nachuntersuchung an Flachschnitten hat mir indess gezeigt, dass jene dünne unter den Follikeln befindliche Schicht im Wesentlichen nur aus Bindegewebe besteht, sie enthält in fibrillärer Grundsubstanz zwar reichliche Spindelzellen, indess nur solche von äusserst zweifelhafter Muskelnatur. Dagegen zeigte sich sowohl beim Kalb als beim Kaninchen und Schaf, dass unterhalb der *Lieberkühn*'schen Drüsen die Follikel von einer allerdings sparsamen Menge von Muskeln ringförmig umgeben werden, dem verkümmerten Reste der Muscularis mucosae. — Es liegen somit die Follikel stets nur mit ihren beiden inneren Abschnitten über dieser Schicht, mit ihren äusseren dagegen unterhalb derselben.

Ich kann diese kurze Besprechung des Darmes nicht schliessen, ohne auf einige Punkte einzutreten, die von *v. Recklingshausen* gegen meine frühere Darmarbeit eingewendet worden sind. Im Nachtrag nämlich zu seiner Schrift giebt *v. Recklinghausen* an, ich hätte die Lymphräume der Darmschleimhaut als Schleimhautsinus bezeichnet, weil sie sich als spaltförmige Lücken präsentirten und er verwirft den von mir vorgeschlagenen Namen, weil die Saugadern der Mucosa, wie diejenigen anderer Körpertheile Röhrenform besitzen sollen. — Diese Darstellung des von mir Vorgebrachten ist, wie noch manche andere Citate im *Recklinghausen*'schen Buch, ungenau und scheint bloss aus dem Gedächtniss wiedergegeben zu sein. In meinem Résumé (l. c. p. 430) steht wörtlich folgendes: »in dieses Gewebe eingegraben verläuft ein System von Canälen oder spaltartigen Lückenräumen, die zum Abzug des resorbirten Chylus dienen.« Die Bezeichnung Schleimhautsinus habe ich aber, wie dies p. 421 sowohl als p. 426 zu lesen ist, nicht wegen der Form gewählt, die die Lymphräume auf senkrechten oder Flachschnitten zeigen.

sondern ich habe sie gewählt, weil die Chylusbahnen der selbstständigen Wandung entbehren und somit ihr Verhältniss zum festen Schleimhautgewebe dasselbe ist, wie das der Lymphbahnen in den Lymphdrüsen zur Drüsensubstanz. Ich lege übrigens auf Namen kein grosses Gewicht und werde auch diesen gern fallen sehen, sofern das Verständniss der Sache bei einer anderen Bezeichnung mehr gewinnt. Von Belang erscheint es mir dagegen, mit einigen Worten den von *v. Recklinghausen* aufgestellten Gegensatz zwischen spaltförmigen, mit einander verbundenen Gewebslücken und Canälen zu besprechen, einen Gegensatz, der nach meinem Dafürhalten gar nicht existirt und dessen Aufrechterhaltung nur zu Confusionen führen kann.

Denken wir uns einen beliebig gestalteten, umgrenzten Raum von einem nach allen drei Dimensionen ausgedehnten Gerüste fester Substanzbalken durchzogen, so wird der von der festen Substanz freigelassene Raum ein zusammenhängendes Ganze bilden und wird er mit erstarrender Masse ausgegossen, so ergiebt sich ein zweites Gerüst, dessen Maschenweite genau steigt mit der Dicke der Balken des primären Gerüstes und dessen Balkendicke zunimmt mit der Weite der von jenem freigelassenen Räume. Wir wollen im Folgenden behufs leichterer Verständigung das primäre Gerüst als Gerüst *A*, den von ihm freigelassenen Raum als Gerüst *B* bezeichnen, gleichgültig, ob dieser Raum von fester Substanz eingenommen oder leer, d. h. von Flüssigkeit erfüllt sei. Der einfachst denkbare Fall ist nun offenbar der, wobei die beiderlei Gerüstbalken nahezu dieselbe Dicke haben und je nur geringen Schwankungen des Durchmessers unterworfen sind; es ist dies ein Fall, für den die Leberlobuli mit ihren in einander gepassten Netzen von Capillaren und Leberzellen ein nahe liegendes Beispiel darbieten. — Etwas minder einfach wird die Sache dann, wenn das eine Gerüst das andere an Mächtigkeit bedeutend überragt. Nehmen wir zunächst an, das feste Gerüst *A* sei bedeutend mächtiger als das leere Raumgerüst *B*, so drücken wir dies in anatomischer Sprache mit den Worten aus, es sei die feste Substanz *A* von einem zusammenhängenden System feiner Canäle durchzogen und wir nennen die Maschen dieses Systems rundlich oder langgestreckt, je nachdem die Balken des Gerüstes *A* nach allen Richtungen gleiche oder nach einer Richtung vorwiegende Verbindungen unterhalten. Ist dagegen das Raumgerüst *B* im Uebergewicht, so reden wir von einem Canalsystem, das so weit und engmaschig sei, dass nur geringe Substanzbrücken dazwischen übrig bleiben, oder wir nennen das ganze Gewebe schwammig oder cavernös. — Hat nun das feste Gerüst *A* Unregelmässigkeiten der Gestaltung, besteht es etwa, um einen naheliegenden Fall anzunehmen, aus grösseren Knollen, die durch dünnere Balken zusammengehalten werden, so wird auch das Raumgerüst *B* entsprechend sich modificiren, wir erhalten dann um die Knollen von *A* herum bei sparsamem Vorhandensein der Balken schalenförmige Räume, die von den dünnen Balken

durchbrochen sind oder wenn letztere reichlich sind, so sind die Knollen von einem dichten Netz der Räume von *B* umsponnen. Sobald das Gerüst *A* die Eigenthümlichkeit hat, stellenweise zu Knollen anzuschwellen, so folgt das Verhältniss dieser letzteren zu dem System *B* von selbst daraus und es ist sonach durchaus keine besondere Merkwürdigkeit, wenn in dem Fall (dem der Fall der *Peyer*'schen Follikel entspricht) keine Canäle im Innern der Substanzknollen beobachtet werden.

Eine etwas weiter gehende Complication tritt ein, wenn die Substanz *A* nicht mehr starr ist, sondern weich, wenn sie durch innere Aufnahme von Flüssigkeit ausgedehnt, durch Druck von aussen aber comprimirt werden kann. Dann nämlich haben wir es nicht mehr mit zwei in einander gepassten Gerüsten von unveränderlicher Form zu thun, sondern es wird von gewissen Nebenbedingungen abhängen, welche Form die Bestandtheile des einen und des andern Gerüstes annehmen. Denken wir uns z. B. Flüssigkeit mit grosser Kraft in den Raum *B* eingetrieben, so wird dieser sich möglichst ausdehnen und die Substanz *A* auf schmalen Raum zusammendrängen; die einzelnen Abtheilungen des Gerüstes *B* zeigen alsdann für sich betrachtet einen approximativ rundlichen Querschnitt und lassen nur enge Lücken für die Substanz *A* zwischen sich, ähnlich vielen Injectionsbildern *Teichmann*'s; ist dagegen das Raumsystem *B* inhaltsleer, indem die Gerüstmasse *A* aufgetrieben ist, oder indem ein äusserer Druck auf dem ganzen Doppelsystem von *A* und *B* lastet, so werden die Räume *B* zu mehr oder minder schmalen Spalten collabirer und als solche auch an den in verschiedener Richtung durchgelegten Schnitten sich darstellen; dies wird um so mehr der Fall sein, je mehr von Anfang an das Raumgerüst *B* im Vergleich zum Substanzgerüst *A* entwickelt war. Es bedarf kaum einer besonderen Erläuterung über die Beziehung, in der die eben gemachten Auseinandersetzungen zu unserem Gegenstande stehen. Wir müssen, wenn wir überhaupt einen etwas allgemeinen Standpunkt festhalten wollen, alle Lymphe bildenden Theile des Körpers, also die Darmschleimhaut, die Lymphdrüsen, sowie die von Lymphwurzeln durchzogenen bindegewebigen Theile als ein Doppelgerüst vorstellen, in welchem das feste Substanzgerüst *A* vertreten ist durch das Bindegewebe mit seinen Accessorien, das Gerüst *B* aber durch das System der Lymphräume. Die relative Entwickelung beider Gerüste schwankt innerhalb weiter Grenzen, allein die Grundbeziehungen bleiben deshalb doch überall dieselben. Im Gerüst der Lymphräume sind ausser in Weite und Reichlichkeit der Verbindungen keine grossen Variationen möglich; desto mannichfaltigere dagegen zeigen sich im Gerüste der festen Substanz. Einmal besteht dies aus einem derben, relativ blut- und zellenarmen Bindegewebe, ein anderes Mal aus einer gefäss- und zellenreichen Substanz (adenoider Substanz), oder es umschliesst in seinem Innern Muskeln, elastische Fasern oder absondernde Drüsen der verschiedensten Art. So physiologisch wichtig alle diese Modificationen

sein mögen, so sind sie doch durchaus gleichgültig für die Auffassung des anatomischen Grundverhältnisses zwischen Lymphsystem und fester Substanz. — Leicht liesse sich in weitergehender Generalisation der Gegensatz nicht blos zwischen Lymphräumen und bindegewebigen Theilen, sondern zwischen allen Gefässräumen und allen festen Theilen aufstellen, wobei dann vielleicht sich ergeben würde, dass, wie *Rindfleisch*[1]) angedeutet hat, auch die serösen Höhlen im weiten Sinne den Gefässhöhlen beizuzählen sind, da sie ja wie die Gefässräume als Spalten im mittleren Keimblatt entstehen und da sie nach den Angaben von *v. Recklinghausen*[2]) mit dem Lymphsystem in offener Verbindung stehen. Ich ziehe indess vor, für diesmal bei der erst entwickelten Verallgemeinerung stehen zu bleiben, die für das Verständniss der anatomischen Verhältnisse entschieden fördernd ist, während die letztere Generalisation in der Hinsicht weniger leisten möchte. — Die wichtige Errungenschaft nun, zu der *v. Recklinghausen* durch die Silbermethode geführt wurde, ist der Nachweis, dass die Grenzen zwischen dem Gerüst der Lymphgänge und dem der Bindesubstanz allenthalben von einem eigentümlich modificirten Epithel bekleidet sind. Dass in den Lymphwurzeln dies Epithel die einzige Abgrenzung bilde, dass den Canälen nicht eine besondere bindegewebige oder elastische Membran zukomme, das ist ein Ergebniss, zu dem wie ich selbst, so auch *v. Recklinghausen* gekommen ist

S c h l e i m h a u t a n d e r e r O r g a n e. Ich habe die Lymphwurzeln noch verschiedener anderer Organe auf das Vorkommen des Epithels geprüft, so die Schleimhaut des Kehlkopfes, der Harnblase und Harnröhre und der Gallenblase. Ich verfuhr in der Weise, dass ich eine 1% Lösung von Silber durch einen Einstich direct in die Lymphwege trieb und nach Anfüllung dieser letzteren das Organ sofort der Sonne oder doch dem hellen Tageslichte aussetzte. Wenn man die Membran von ihrem Epithel befreit und dann entweder feucht oder trocken ausbreitet, so erhält man Präparate von bedeutender Schönheit. Das Epithel tritt auch in all diesen Theilen mit seinen eigenthümlich wellig verschlungenen Formen auf und bildet in den Wurzelröhren offenbar die einzige specifische Begrenzung. Gegen die abführenden Stämme hin tritt sodann eine sehr dünne Bindegewebsschicht hinzu, die ähnlich wie in der Submucosa des Darmes sich dadurch verräth, dass ihre Bindegewebskörper in Form verzweigter heller Flecken am braunen Gefäss sich hervorheben. Noch weiter sieht man sodann die Muskeln der Wand auftreten in Form von anfangs sparsamen, dann aber dichter werdenden spiraligen Bändern; gerade zur Sichtbarmachung der Muskeln der Lymphgefässstämmchen und ihrer Anordnung kenne ich kein Reagens, das so Vortreffliches leistet, als das Silbernitrat.

1) *Rindfleisch*, Ueber Entzündung seröser Membranen. *Virchow*'s Archiv. Bd 23. p. 524.

2) *v. Recklinghausen*, Zur Fettresorption. *Virchow*'s Archiv. Bd. 26. p. 172.

Hoden. Der Hoden ist, wie dies schon die älteren Injectoren wussten, eines der Organe, deren Lymphgefässe am leichtesten sich anfüllen lassen und die grossartigen Lymphnetze an seiner Oberfläche sind durch die schönen Tafeln von *Panizza* allen Anatomen bekannt. Ueber den eigentlichen Ursprung der Hodenlymphgefässe sind wir indess erst durch die Untersuchungen von *Ludwig* und *Tomsa*[1]) aufgeklärt worden, welche uns die Lymphwurzeln des Organes als ein weites zwischen den Samencanälchen sich hinziehendes, einer eigenen Wand entbehrendes Canalsystem kennen lehrten. Die Angaben jener vortrefflichen Arbeit habe ich theils an *Ludwig-Tomsa*'schen, theils an eigenen Präparaten vollständig bestätigt gefunden und ich begnüge mich daher im Folgenden damit zu erwähnen, dass in der That auch die Lymphwurzeln im Hoden vollständig von demselben charakteristischen Epithel ausgekleidet sind, das wir von anderwärts her kennen. Ich benütze zu Constatirung des Verhältnisses den Hoden vom Stier, dessen Lymphwege von den Stämmen der Oberfläche aus oder auch durch einfachen Einstich äusserst leicht zu füllen sind. Das Aussehen der durch Silbereinwirkung gefärbten Lymphräume erscheint auf den ersten Blick ein etwas anderes, als man es von den Durchschnitten einfach erhärteter oder mit durchsichtigen Massen injicirter Organe her gewohnt ist. Während sie sich an Präparaten letzterer Art in Form von intermediären Spalten und Lücken darstellen, die die Samencanälchen von einander trennen und die ihrerseits von gefässtragenden Bindegewebsbalken durchzogen sind, sieht man an Silberpräparaten (besonders bei etwas dicken Schnitten) statt der Spalten ein reiches Netz dunkler Röhren, die die Samencanälchen umspinnen, und es ist in der That nicht ganz leicht sich zu überzeugen, dass diese Röhren mit jenen Spalten identisch sind. Indess mit einiger Ausdauer kommt man doch entschieden zu der Ueberzeugung, und wenn man sich die Mühe giebt, etwas dünnere Schnitte zu fertigen, so wird man in solchen einestheils Samencanälchen finden, die streckenweise unmittelbar vom Epithel überzogen sind, anderntheils aber gefässtragende Bindegewebsbalken, die denselben Ueberzug besitzen; daneben finden sich Stellen wo, wie dies auch die *Ludwig-Tomsa*'schen Abbildungen zeigen, die Lymphcanäle in den bindegewebigen Septis selbst gelegen sind.

Lymphdrüsen. Weit mehr Mühe als bei den oben behandelten Organen habe ich gehabt, um mich vom Vorkommen eines Epithels in den Lymphbahnen der Lymphdrüsen zu überzeugen und ich wäre eine Zeit lang geneigt gewesen, dasselbe vollständig zu bezweifeln, wenn ich nicht durch *F. Schmidt* jene kernhaltigen Platten kennen gelernt hätte, deren ich in einem früheren Aufsatz Erwähnung that. Schliesslich ist es mir an Rinds-, Kalbs- und Kaninchenlymphdrüsen doch gelungen, die unzweifelhafte Anwesenheit des Epithels nicht nur in den zuführenden

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Juli 1861 u. April 1862.

Gefässen der Hülle, sondern auch in den Sinus der Rindensubstanz mit Sicherheit zu sehen und zwar bekleidet dasselbe hier sowohl die Trabekeln, als die Drüsensubstanz (meine Corticalampullen). Von einem Epithel im Bereich der Marksubstanz konnte ich bis jetzt keine überzeugenden Bilder erhalten; ich bin indess nicht geneigt, daraus auf ein Fehlen desselben zu schliessen, denn es häufen sich gerade in der Marksubstanz der Lymphdrüsen verschiedene Schwierigkeiten für die Sichtbarmachung jener Bildung. Einmal hat man hier die Silberwirkung nicht mehr recht in seiner Hand und dann sind die schon an und für sich wenig ausgedehnten Flächen, auf denen das Epithel liegen könnte, unterbrochen und überlagert durch die feinen Bindegewebs- oder Zellbalken, die die Verbindung zwischen dem System der Markschläuche und dem der Trabekeln herstellen, so dass also in Wirklichkeit nirgends eine ordentliche Beobachtungsfläche zu Tage tritt. —

Der Nachweis vom allgemeinen Vorkommen eines Epithels in den Lymphbahnen des Körpers hat für das unbefangene, die wandungslosen Gänge perhorrescirende Gemüth des Anatomen unstreitig etwas Befriedigendes, indess lässt sich nicht verkennen, dass jener Nachweis eher zu einer Vermehrung als Verminderung der physiologischen Schwierigkeiten führt. — Es sind einestheils die Entstehung des Epithels, anderntheils seine Permeabilität für Flüssigkeiten und für feste Körper, die eine Erörterung verlangen.

Die Entstehung des Lymphröhren-Epithels ist ein Gegenstand, der wie die Entwickelung des ganzen Lymphsystems noch einer gründlichen Bearbeitung bedarf; nach dem was ich am Froschlarvenschwanz, bis dahin dem einzigen classischen Objecte, gesehen habe, muss ich annehmen, dass die späteren Epithelien aus jenen der Wand der Gefässe anliegenden zackigen Zellen hervorgehen, von denen man früher blos die Kerne beobachtet hatte und auf die ich im vorigen Bande dieser Zeitschrift [1]) aufmerksam gemacht habe. Jene Zellen stehen, wie ich dort angab, der Länge des Gefässes nach unter einander in ununterbrochener Verbindung; entwickelt sich nun eine eben so ausgedehnte Verbindung in die Quere und platten sich die einzelnen Zellen ab, so ist der Schritt zum Epithel geschehen. Es sind jene Zellen ursprünglich den Bindegewebszellen des umgebenden Gewebes gleichwerthig; ist aber der eben auseinandergesetzte Entwickelungsgang richtig, so sind die Epithelien der Lymphgefässe genetisch nun als abgeplattete Bindegewebszellen anzusehen, eine Behauptung, die für die Epithelien seröser Häute schon *Rindfleisch* [2]) ausgesprochen hat und die sich wohl auf alle im Bereich des mittleren Keimblattes entstehenden Epithelien wird ausdehnen lassen.

1) p. 249 u. f.
2) a. a. O. p. 524.

Die Permeabilität des Lymphwurzelepithels für Flüssigkeiten wird gegenüber der Thatsache von der permanent vor sich gehenden Anfüllung der Lymphröhren mit Gewebsflüssigkeit kaum Jemand in Abrede stellen. Dagegen würde allerdings die Frage sich erheben, ob die Existenz des Epithels gerade mit der Filtrationstheorie in Einklang zu bringen sei, ob das Epithel einfach verlangsamend auf die Filtration von Flüssigkeiten einwirke, oder ob es im Stande sei, diese ganz zu hemmen, wie dies z. B. nach den bekannten Versuchen von *Krause* die allerdings weit dickere Epidermis thut. Gegenüber den Erfahrungen, die für eine Filtration von Flüssigkeit in die Lymphröhren sprechen, scheint zur Zeit die Möglichkeit eines die Filtration völlig hemmenden Einflusses des Epithels wenig für sich zu haben.

Die Permeabilität der Lymphepithelschicht für feste Körper ist meines Erachtens kein minder dringendes physiologisches Postulat als die Permeabilität für Flüssigkeiten. Dass die Lymphkörper von aussen in die Gefässe eindringen, das scheint mir denn schliesslich trotz Allem, was man dagegen vorgebracht hat, nicht abzuweisen; und dass auch Fette und andere ungelöste Substanzen ins Lymphsystem gelangen, ist vollends feststehend. Die wunderbaren Versuche, die *v. Recklinghausen*[1]) in neuster Zeit veröffentlicht hat, haben die an das Unglaubliche streifende Thatsache ergeben, dass die Lymphgefässe des Zwerchfells von lebenden und von todten Thieren Fett, Zinnober, Tusche und andere fein zertheilte Substanzen aufzunehmen im Stande sind, ja es ist *v. Recklinghausen* gelungen, den Eintritt von Fett in jene Gefässe geradezu unter dem Mikroskop zu beobachten. Ich habe, so weit es mir meine karg zugemessene Zeit erlaubte, die Versuche von *v. Recklinghausen* wiederholt und habe es in der That gleichfalls dahin gebracht, an todten Thieren eine Erfüllung der Zwerchfellgefässe mit Milch zu erhalten, während ein Versuch, den Vorgang der Anfüllung unter dem Mikroskop zu beobachten, mir noch missglückt ist. Da müssen also die Fettkügelchen, Zinnober- oder Tuschkörner nicht nur eine einfache, sondern eine doppelte Epithelschicht durchbrechen und dies Durchbrechen kann, da die Epithelzellen selbst keine Löcher haben, nur zwischen den Zellen durch geschehen. Es wäre nur möglich, dass die Zellen nur durch eine weiche Zwischensubstanz zusammengehalten wären, die nach Bedarf bald da, bald dort ausweicht, um den ungelösten Substanzen den Durchtritt zu gestatten; es wäre aber zweitens denkbar, dass an bestimmten Stellen zwischen den Zellen Lücken frei bleiben, gross genug, um Körper von mehreren Tausendstel Linien hindurch zu lassen. Solche Stomata glaubt am Epithel der Serosa des Kaninchenzwerchfells *v. Recklinghausen* beobachtet zu haben, ich habe, wie oben mitgetheilt wurde, derart zu deutende Bildungen in den Lymphwegen des Darms gesehen. Eine in der nächsten Zukunft zu lösende Aufgabe wird sein, über die Verbreitung dieser Sto-

1) *Virchow*'s Archiv Bd. 26.

mata und über die allfälligen Bedingungen ihres Auftretens uns ins Klare zu setzen und zugleich auch zu zeigen, woher es kommt, dass Massen, die ins Innere der Lymphgefässe getrieben werden, nicht durch jene Oeffnungen ins umgebende Gewebe austreten.

Basel, den 20. März 1863.

Nachträgliche Bemerkungen. Eine vortreffliche Localität zum raschen Nachweis des Epithels der Lymphwurzeln bieten die subcutanen Lymphsäcke des Frosches. Nach einer Injection von Silber unter die Haut sieht man nicht allein die Innenfläche der Haut und die Oberfläche der subcutanen Muskeln, sondern auch alle an die Haut tretenden Nerven- und Gefässstämmchen, sowie die subcutanen Bindegewebsblättchen mit der bekannten zackigen Zeichnung versehen.

In *Virchow*'s Archiv Bd. 27. p. 419 giebt *v. Recklinghausen* eine historische Berichtigung von *Kölliker*, deren Sinn mir nicht recht verständlich ist. Er verwahrt sich nämlich gegen die Behauptung *Kölliker*'s, »dass ich in der Behandlung der Hornhaut mit Silberlösungen ein Mittel gefunden hätte, die Hornhautkörper prachtvoll sichtbar zu machen« — Dass ich die intracellulären sowohl als die extracellulären Silberablagerungen der Hornhaut vor ihm beobachtet habe, giebt zwar *v. Recklinghausen* zu, allein ich soll, soweit ich ihn verstehe, die Silberablagerungen nicht als Mittel angesehen haben, die Hornhautkörper sichtbar zu machen. Die Prioritätsfrage ist, wie man sieht, eine höchst unbedeutende, und ich würde völlig darüber schweigen, wenn mir nicht zufällig die Correctur obigen Aufsatzes vorläge, so aber mögen folgende Bemerkungen hier ihren Platz finden. Nachdem ich (wohl gleichzeitig mit *Coccius*) in den Jahren 1852—54 mehr beiläufig Aetzversuche an Thieren gemacht und dabei die in meinem Buch beschriebenen intracellulären Silberablagerungen beobachtet hatte, wurde ich im Winter 1855/56 durch einen Aufsatz *Gosselin*'s in der Gazette Hebdomadaire veranlasst die Bildung von Niederschlägen und zwar insbesondere von Silberniederschlägen in der Hornhaut weiter zu verfolgen. Ich erhielt damals die elegantesten Bilder intra- und extracellulärer Ablagerungen und habe zierliche Präparate davon im Sommer 1857 bei meinem Aufenthalt in Berlin, sowohl im *Virchow*'schen als im *v. Graefe*'schen Institut Jedem gezeigt, der sich dafür interessirte. Eine Publication versparte ich damals, weil ich hoffte, die Sache mit mehr Musse wieder aufnehmen und weiter führen zu können. Als dann im Jahr 1859 *v. Recklinghausen* mit seiner vorläufigen Notiz über Bildung intracanaliculärer Niederschläge hervortrat, sah ich mich veranlasst, auch kurz über meine Erfahrungen zu berichten. Die Beobachtung extracellulärer Niederschläge in der Hornhaut war damals völlig neu, denn *Coccius* hatte zwar ähnliche Bilder gesehen, wie ich, allein er hatte dieselben durchaus nicht verstanden und es ist somit jedenfalls nicht gerechtfertigt, wenn *v. Recklinghausen Coccius* wiederholt als Gewährsmann bei Besprechung extracellulärer Niederschläge aufführt. — Weiterhin hat *v. Recklinghausen* sich das Verdienst erworben, die Silberbehandlung der Gewebe zu einer allgemeinen histol. Methode erhoben

zu haben; dass er es nicht zum theoretischen Verständniss der Methode gebracht hat, wird man ihm kaum zum Vorwurf machen dürfen, wohl aber kann man mit Recht die schon von *Kölliker* ausgesprochene Meinung theilen, dass *v. Recklinghausen* bei Anwendung der Methode eine weit grössere Vorsicht und Gründlichkeit hätte an den Tag legen sollen, um so mehr da es sich um Schlüsse von sehr grosser Tragweite handelte. — Um nicht auf schon Gesagtes zurückzukommen, will ich nur noch einen Punkt hervorheben, in dem meines Erachtens *v. Recklinghausen* ungenau beobachtet hat. *v. Recklinghausen* nämlich behauptet, dass bei der einen Art der Silbereinwirkung (Silberlösung und Kochsalz) die Silberniederschläge in allen Canälen erfolgen. In Blut- und Lymphgefässen treten unter diesen Umständen keine Niederschläge auf, ausser wenn sie Zellen enthalten; es können zwar bei der Art der Silbereinwirkung die Muskeln und Bindegewebskörper der Wand mit Körnern sich anfüllen, niemals aber wird das zellenleere Gefäss selbst Niederschläge enthalten. — Dass die Bindegewebs- und Hornhautzellen canalförmige Hohlräume seien, das möchte nach den neuesten Discussionen über den Zellenbau Manchem zweifelhaft erscheinen und ich selbst will nicht mehr unbedingt dafür einstehen. Die Bildung von Niederschlägen natürlich beweist Nichts für ihr Hohlsein, denn auch in der festen Grundsubstanz sehen wir bald fein-, bald grobkörnige Niederschläge auftreten, das helle durchsichtige Aussehen aber, das die Bindegewebskörper bei der einfachen Silberbehandlung erhalten, kann ebenso gut die Folge sein vom Aufquellen einer gallertartigen Substanz, die die Zellenmasse bildet, als vom Vorhandensein Flüssigkeit-haltiger Röhren.

4/8. 63.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXX.

Fig. 1. Centrum tendineum diaphragmatis vom Kaninchen mit Silbernitrat behandelt; die breiten, hellen Streifen sind die Lymphgefässe mit ihrem Epithel; die sternförmigen Figuren, *Recklinghausen*'s Saftcanäle, sind einfache Bindegewebskörper, die nirgends endständig an die Lymphgefässe herantreten, sondern über und unter jenen durchlaufend Netze mit einander bilden.

Fig. 2. Dasselbe Object nach der Silberbehandlung in concentrirte Kochsalzlösung gelegt. Das Silber liegt überall intracellulär, die verzweigten Zellen sieht man auch hier theilweise über den als helle Streifen erkennbaren Lymphgefässen liegen. Im Epithel der letzten sind die Kerne sichtbar geworden.

Fig. 3. Darmzotte aus dem Ileum des Kalbes mit Silberlösung injicirt; sie zeigt das den Centralraum auskleidende Epithel.

Fig. 4. Senkrechter Schnitt durch den innern Theil eines *Peyer*'schen Follikels vom Kalbe; Auskleidung der Schleimhautsinus mit Epithel. Aus Versehen des Lithographen so gezeichnet, dass die innere Fläche nach unten sieht.

Fig. 5. Lymphgefässe der Submucosa aus dem Schafdarm; ausser dem Epithel sieht man die im Text besprochenen Bindegewebskörper der Wand als helle, verzweigte Flecke.

Fig. 6. Epithel von der Sinusfläche eines *Peyer*'schen Follikels vom Kalbe; zwischen den zackigen Zellen erkennt man an vielen Stellen die im Text besprochenen Lücken.

Ueber die Endigungsweise der sensibeln Nervenfasern.

Von

Th. Wilhelm Engelmann.

Mit Taf. XXXI.

So vielfach auch im letzten Jahrzehnt die Endorgane der einfach sensibeln Nerven, namentlich Pacinische Körperchen und Endkolben untersucht worden sind, so genaue Kenntnisse wir von Vorkommen, Gestalt und Bau derselben namentlich durch die Arbeiten von *Henle, Kölliker, Leydig* und *Krause* erlangt haben, so ist eine Frage bisher doch immer noch unentschieden geblieben, die nämlich, was denn in jenen Organen zur Endigung der Nervensubstanz zugehörig sei.

Man unterscheidet bekanntlich an den Pacinischen Körperchen und Endkolben eine einfache oder aus concentrisch ineinandergeschachtelten Kapseln bestehende Hülle, einen von dieser allseitig umschlossenen soliden Cylinder, den sogenannten Innenkolben, und eine die Längsaxe dieses Kolbens durchziehende blasse Faser, die sogenannte Terminalfaser. Bei den Vögeln liegt zwischen Innenkolben und kapselartiger Hülle noch eine dicke Schicht feiner, querverlaufender Fasern, die wirr durch einander gefilzt sind. — Darüber, dass die den Innenkolben umgebenden Hüllen nicht das Ende der Nervensubstanz seien, konnte kein Zweifel entstehen; man war vielmehr bald darüber einig, dass diese Umhüllungen im Wesentlichen bindegewebiger Natur seien. Getheilt waren dagegen die Ansichten über den Innenkolben und die in demselben verlaufende Terminalfaser. Die Meisten wollen jetzt auch den Innenkolben in die Reihe des Bindegewebes gestellt und die blasse Terminalfaser als die alleinige Fortsetzung des Nerven betrachtet wissen, Andere sind der Ansicht, dass sowohl Innenkolben als Terminalfaser aus Nervensubstanz bestehen, somit das eigentliche Ende der Nervenfaser bilden.

Es sei gestattet, hier kurz die verschiedenen Ansichten der neueren Forscher über die Endigungsweise der Nerven in den Pacinischen Körperchen und Endkolben anzuführen.

Fr. Leydig erklärte den Innenkolben für das angeschwollene Ende der ihrer Markscheide verlustig gegangenen Nervenfaser (also des Axencylinders) und den im Kolben verlaufenden centralen Streifen für einen feinen Canal. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853. Bd. V. p. 81. — Lehrbuch der Histologie. 1857. pag. 192—196.).

A. Kölliker behauptete, dass der Innenkolben der Pacinischen Körperchen der Vögel gar nicht dem Innenkolben der Säuger entspräche, dass vielmehr bei den Säugern der im Innenkolben verlaufende centrale Streif dem ganzen Innenkolben der Vögel gleich zu setzen sei. Der Innenkolben bei den Säugern sollte den Werth von Neurilemm haben. Den centralen Streif im Innenkolben der Vögel hält auch *Kölliker* für einen Canal, glaubt jedoch, dass derselbe der Axencylinder sei. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853. Bd. V. pag. 118—122.). Neuerdings hat sich *Kölliker* dahin ausgesprochen, dass der Innenkolben der Säuger ein mit zarten Kernen versehener weicher Strang sei, der zu den Bindesubstanzen zu zählen und in einzelnen Fällen wenigstens in seinen äusseren Theilen aus zarten, dicht beisammenliegenden Kapseln gebildet sei. Die blasse Terminalfaser ist nach *Kölliker* eine Fortsetzung der »ganzen dunkelrandigen Faser des Stieles.« (Handbuch d. Gewebelehre, IV. Aufl. 1863. pag. 123.).

Keferstein schloss sich ganz der Ansicht von *Kölliker* an, erkannte jedoch, dass der centrale Streif im Innenkolben der Vögel nicht ein Canal, sondern ein solider Strang sei. (Ueber den feineren Bau der Pacinischen Körperchen; Nachricht. v. d. G.-A.-Univ. zu Göttingen. 1858, No. 8. pag. 85.).

Krause endlich erklärt den Innenkolben der Säuger für gleichwerthig dem Innenkolben der Vögel, hält jedoch nur die im Innenkolben gelegene blasse Faser, die er Terminalfaser nennt, für das eigentliche Ende der Nervenfaser. Dem Innenkolben schreibt er den Werth von Bindegewebe zu. (Die Terminalkörperchen der einfach sensibeln Nerven. Hannover 1860. und Anatom. Untersuchungen, 1861.).

An *Krause*'s Angaben und Ansichten hat sich unlängst auch *C. Lüdden* angeschlossen. (Zeitschr. f. w. Zool. 1863. Bd. XII. pag. 470—483.).

Alle Untersucher stimmen darin überein, dass die blasse, im Innenkolben gelegene Terminalfaser zur Fortsetzung der Nervenfaser gehöre und die Meisten sind der Ansicht, dass der Innenkolben selbst aus einer dem Bindegewebe verwandten Substanz bestehe. Die Terminalfaser soll mit dem Axencylinder der an den Innenkolben herantretenden Nervenfaser zusammenhängen und *Kölliker* giebt sogar an, dass die Terminalfaser bei den Säugethieren noch von einer structurlosen Scheide umschlossen wird. *Kölliker* glaubt, dass sie nicht bloss einem Axencylinder, sondern einer ganzen Nervenröhre entspricht, dass sie vielleicht Repräsentanten aller drei Theile einer solchen besitzt. *Leydig* hingegen hält

den ganzen Innenkolben für eine Verbreiterung der marklosen Nervenfaser, also des Axencylinders.

Untersuchungen, die mich im Sommer 1862 in Jena beschäftigten, haben mich zu einer anderen Deutung der streitigen Theile geführt. Ich muss nämlich den Innenkolben der Säugethiere und Vögel für die verdickte Markscheide, die blasse Terminalfaser aber für die unmittelbare Fortsetzung des Axencylinders, für den Axencylinder selbst halten. — Ich fasse den Bau der Pacinischen Körperchen und Endkolben in folgender Weise auf.

Eine kernhaltige Membran, die unmittelbare Fortsetzung des kernhaltigen Neurilemms (Schwann'sche Scheide) umschliesst enganliegend eine kolbenartige, meist langgestreckte und stumpf zugerundete Anschwellung der Markschicht der Nervenfaser, den sogenannten Innenkolben. Diesen durchzieht der gleichfalls etwas verbreiterte und häufig mit knopfartiger Anschwellung endende Axencylinder. Dieser gesammte aus Axencylinder, Nervenmark und Neurilemm bestehende Körper wird in den Pacinischen Körperchen der Säugethiere noch weiter umhüllt von concentrisch in einander geschachtelten Kapseln bindegewebiger Natur, bei den Pacinischen Körperchen der Vögel besteht seine äussere Umhüllung in einer dicken Schicht verfilzter Fasern, die wiederum von einer festen, aus mehreren Schichten zusammengesetzten bindegewebigen Kapsel umschlossen wird. Bei den Endkolben fehlen die äusseren secundären bindegewebigen Hüllen und hier ist es meist nur die Fortsetzung des kernhaltigen Neurilemms, der sogen. Schwann'schen Scheide, welche als einfache, kernhaltige Membran den Innenkolben umschliesst.

Als eigentliche Fortsetzung der Nervenfaser haben wir somit nur anzusehen den vom Neurilemm umschlossenen Innenkolben, welcher wieder aus Nervenmark und Axencylinder besteht. Hierzu würden bei den Pacinischen Körperchen noch secundäre Hüllen bindegewebiger Natur kommen.

Die Gründe, welche mich zu dieser Ansicht zwingen, bestehen in Folgendem. Schon *Leydig* hat gezeigt, dass der Innenkolben der Vögel fest mit der Nervenfaser verbunden ist und sogar aus seiner Kapsel entfernt und isolirt im Zusammenhang mit der Nervenfaser dargestellt werden kann. Man kann sich in der That leicht hiervon überzeugen. Nie gelingt es dagegen, die Terminalfaser vom Innenkolben zu trennen, sie aus demselben zu isoliren, mag man nun mechanische oder chemische Hülfsmittel anwenden. — Isolirt man den Innenkolben eines Pacinischen Körperchens der Taube, so erkennt man meist ohne Schwierigkeiten, dass derselbe umschlossen wird von einer enganliegenden kernhaltigen Membran, die sich ununterbrochen in das Neurilemm der Nervenfaser fortsetzt. Das Neurilemm setzt sich keineswegs als eine Umhüllung der Terminalfaser fort, sondern umschliesst stets den gesammten Innenkolben. — Dasselbe Verhältniss findet sich bei den Endkolben. Die Pacinischen Körperchen der Säugethiere sind zur Entscheidung dieses Punktes

nicht geeignet, da der Innenkolben von den ihn einschliessenden Kapseln nicht vollständig frei gemacht werden kann. Die innersten Kapseln sind so dicht um einander gelegt und haften so fest an dem Neurilemm des Innenkolbens, dass ein Isoliren des letzteren unmöglich ist.

Das Neurilemm bildet an seinem Ende somit eine blindsackartige Verbreiterung, die einen Raum umschliesst, welcher bei den Pacinischen Körperchen langgestreckt cylindrisch, bei den Endkolben mehr gedrungen und kugelförmig zu sein pflegt. Dieser Raum wird vollkommen ausgefüllt von dem Innenkolben, dessen ganze Länge die blasse Terminalfaser durchzieht. — Wir haben gesehen, dass die den Innenkolben zunächst einschliessende Membran die directe Fortsetzung des Neurilemms der Nervenfaser ist. An der Nervenfaser unterscheiden wir aber ausser dem Neurilemm noch Markschicht und Axencylinder. Nichts liegt desshalb näher, als die Vermuthung, dass der Innenkolben die Fortsetzung des Nervenmarks, die blasse Terminalfaser die Fortsetzung des Axencylinders sei. Und beides lässt sich beweisen.

Dass die Substanz des Innenkolbens Nervenmark sei, lehren in überraschender Weise folgende Erscheinungen. Behandelt man Pacinische Körperchen von der Taube oder anderen Vögeln mit verdünnter Natronlauge, so sieht man nach kurzer Zeit in der Substanz des Innenkolbens auffallende Veränderungen vor sich gehen, die vollkommen den Gerinnungserscheinungen gleichen, die man am Nervenmark dunkelcontourirter Nervenfasern beobachtet. Es treten im Innenkolben stark glänzende Körner, Ringe, schleifenartige Gebilde in verschiedener Form und Grösse auf, kurz, dieselben Gerinnungsgebilde, die das gewöhnliche Nervenmark zeigt (vgl. Taf. XXXI, Fig. II). Nicht selten verwandelt sich der gesammte Innenkolben bis gegen sein Ende hin in einen mit unzähligen, doppeltcontourirten Ringen und Auftreibungen besetzten Strang. Nicht immer sind diese Erscheinungen gleich deutlich; häufig besitzen auch die Gerinnungsgebilde nur geringe Grösse; mit Kernen sind sie nicht leicht zu verwechseln, schon desshalb nicht, weil alle Kerne bei Natronzusatz verschwinden. Dennoch mögen sie gelegentlich zur Annahme von Kernen im Innenkolben Veranlassung gegeben haben. So sagt z. B. *Kölliker* vom Innenkolben der Taube, dass derselbe oft bis an die Terminalfaser heran aus Kernen zu bestehen scheine (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. pag. 120). Wendet man die Reagentien an, welche zur Darstellung der Kerne stets mit Erfolg benutzt werden, wie Essigsäure, so ist man nicht im Stande, im Innenkolben auch nur die Spur eines Kernes zu finden. Nur ausserhalb desselben, im Neurilemm und in den secundären Hüllen zeigen sich dieselben. — Ausser den erwähnten Gerinnungserscheinungen, welche in den Innenkolben der Vögel auf Zusatz von Natron hervorgerufen werden, kommen nicht selten, namentlich in den Innenkolben der Säuger Veränderungen anderer Art vor, wie sie ebenfalls beim gewöhnlichen Nervenmark zu finden sind. Es treten nämlich auf Zusatz

von Natron oder Kali, bei Vögeln zuweilen schon bei Zutritt von Wasser, im Innenkolben Strömungen auf. Es entstehen spaltförmige Räume in der Substanz des Kolbens, die sich zu etwa birnförmigen Vacuolen erweitern, mit Flüssigkeit gefüllt sind und nach der Spitze des Kolbens zu strömen (vgl. Taf. XXXI, Fig. I). Gleichzeitig bewegt sich auch nicht selten die Substanz der Terminalfaser langsam strömend nach ihrem knopfartigen Ende zu. — Aehnlich diesen Erscheinungen sind die Strömungen, welche häufig am Nervenmark dunkelcontourirter Fasern nach Zerreissen der Faser auftreten. Die eben erwähnte Art der im Innenkolben vor sich gehenden Veränderungen, das Auftreten feiner spaltartiger Räume, mag die Ursache gewesen sein, dass z. B. *Kölliker* den Innenkolben in seinen äusseren Schichten aus zarten Lamellen bestehend glaubte. Der Innenkolben ist im ganz frischen Zustand durchaus homogen, zeigt weder Kerne noch faserartige Bildungen.

Das chemische Verhalten des Innenkolbens, so weit sich dasselbe unter dem Mikroskop ermitteln lässt, spricht mit grosser Entschiedenheit für die Marknatur des Kolbens. Ausser den bereits erwähnten durch Alkalien herbeigeführten Veränderungen sprechen dafür die durch Säuren in ihm bewirkten Veränderungen. Verdünnte Säuren greifen den Innenkolben ebenso langsam als das Nervenmark an.

Durch alle diese Thatsachen [1]) wird es ganz ausser allen Zweifel gestellt, dass die Substanz des Innenkolbens Nervenmark ist und nicht Bindegewebe, wie *Kölliker*, *Krause* u. A. wollen, oder eine Endanschwellung des Axencylinders, wie *Leydig* annahm. Wenn aber bewiesen ist, dass der Innenkolben nur die verbreiterte Markschicht der Nervenfaser ist, so braucht dafür der Beweis nicht erst angetreten zu werden, dass die im Innenkolben verlaufende Terminalfaser nur der Axencylinder ist. Das dürfte sich dann wohl von selbst verstehen. Uebrigens kann man, namentlich an den grossen Pacinischen Körperchen der Säugethiere nicht selten die Terminalfaser ein grosses Stück weit in die doppeltcontourirte Nervenfaser hineinverfolgen (Taf. XXXI, Fig. III). Reisst man einen Innenkolben von einer Taube aus seinen Hüllen und von der Nervenfaser ab, so bleibt zuweilen ein Stück des in der Nervenfaser befindlichen Axencylinders in Verbindung mit der Terminalfaser und ragt dann als freie Fortsetzung der Terminalfaser aus dem isolirten Innenkolben heraus (Taf. XXXI, Fig. IV). — Der terminale Axencylinder in den Pacinischen Körperchen und Endkolben ist zugleich ein neuer Beweis für die

1) Ganz zu Gunsten meiner Deutung der Bestandtheile des Innenkolbens spricht auch eine Beobachtung von *Lüdden*. Er sah beim Ochsen einen Fall, »wo eine dunkelrandige Primitivfaser in eine blasse überging und $\frac{1}{4}'''$ weit verlief, ehe sie kolbig angeschwollen endete. Der Endkolben war in diesem Fall nicht wahrzunehmen.« Da die Nervenfaser ihr Mark schon früher verloren hatte, schwoll dasselbe auch nicht zu einem Innenkolben an und der Axencylinder endigte hier, ohne von einer Markschicht eingehüllt zu sein.

Präexistenz des Axencylinders in der Nervenfaser; denn es ist nicht einzusehen, wesshalb dasselbe Gebilde, das in den terminalen Körperchen, also in einfachen Verbreiterungen markhaltiger Nervenfasern schon während des Lebens in scharf begrenzter Form existirt und ohne Anwendung chemischer Hilfsmittel sichtbar ist, in der Nervenfaser selbst erst durch gewisse Reagentien künstlich erzeugt werden soll. Die grosse Schwierigkeit, den Axencylinder in der einfachen, dunkelcontourirten Faser wahrzunehmen, scheint vielmehr an der Ungunst der Lichtbrechungsverhältnisse zu liegen. — Seit uns *Pflüger* im Collodium ein Mittel kennen gelehrt hat, welches in jeder beliebigen markhaltigen Nervenfaser den Axencylinder augenblicklich in grösster Klarheit zur Anschauung bringt, ist die Frage nach der Präexistenz des Axencylinders wohl erledigt.

Alles das, was hier besonders von den Pacinischen Körperchen der Säugethiere und Vögel gesagt worden ist, wird auch für die Endkolben gelten. Auch bei diesen ist der Innenkolben Nervenmark, die Terminalfaser aber der Axencylinder. Mehr als wahrscheinlich ist es ferner, dass auch der eiförmige Innenkolben der sogen. Tastkörperchen nur Nervenmark ist. Möglich dass in diesen Kolben noch Fortsetzungen des Axencylinders sich hineinerstrecken.

Was endlich die ganz neuerdings zuerst von *Rouget* entdeckten motorischen Endplatten in den quergestreiften Muskeln der höheren Wirbelthiere betrifft, so wären diese nach *Krause*'s Angaben vollkommen nach dem Schema der sensibeln Terminalkörperchen gebaut. Dies ist jedoch bestimmt nicht der Fall. Ganz abgesehen von den gewichtigen theoretischen Bedenken, welche einer Annahme entgegenstehen, die besagt, dass von zwei vollkommen gleich gebauten Organen das eine ein sensibles Endorgan, das andere ein motorische Effecte vermittelnder Apparat sei, — abgesehen davon lehrt eine etwas gründlichere Untersuchung, dass die Endplatten in den quergestreiften Muskelfasern nicht entfernt den Bau der sensibeln Terminalkörperchen besitzen. Die Substanz der Endplatte ist nicht Nervenmark, was sie nach *Krause* sein müsste, sondern eine Endausbreitung des Axencylinders; ebensowenig existiren die von *Krause* beschriebenen und abgebildeten blassen Terminalfasern in den Endplatten. Da ich diesen Punkt bereits an einem andern Orte [1]) in ausführlicherer Weise behandelt habe, ist es nicht nöthig, hier noch weiter auf ihn einzugehen. Vor Kurzem haben auch *Waldeyer* (Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. No. 24 23. Mai) und *Kühne* (Virchow's Archiv 1863. Mit Taf. XI) die hierauf bezüglichen Angaben *Krause*'s als auf Irrthümern beruhend erkannt und widerlegt. Hier genüge es, gezeigt zu haben, dass die Terminalkörperchen der einfach sensibeln Nerven nur

1) Untersuchungen über den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser. Mit 4 Kupfertafeln. In 4°. Leipzig, 1863.

Verbreiterungen einfacher Nervenfasern darstellen, dass ihre wesentlichen Bestandtheile ein Axencylinder, eine Nervenmarkschicht und ein Neurilemm sind.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXXI.

Vergrösserung 300 Mal.

Fig. I. Pacinisches Körperchen aus dem Mesenterium der Katze; mit Natron behandelt. Der Inhalt des Innenkolbens zeigt Vacuolen und spaltförmige Räume, die in Strömung nach der Spitze des Kolbens begriffen sind. Die Kapseln sind nur zum Theil mitgezeichnet.

Fig. II. Pacinisches Körperchen vom Unterschenkel der Taube, mit Natron behandelt. Das Nervenmark des Innenkolbens geronnen. Die Hüllen des Kolbens sind in der Zeichnung nicht ganz ausgeführt.

Fig. III. Unterer Theil des Innenkolbens eines Pacinischen Körperchen aus dem Mesenterium der Katze. Die Terminalfaser setzt sich als Axencylinder in die doppeltcontourirte Nervenfaser hinein fort. Mit Essigsäure behandelt.

Fig. IV. Innenkolben aus einem Pacinischen Körperchen der Taube herausgerissen. Ein Stück des Axencylinders ist aus der dunkelcontourirten Nervenfaser herausgezogen worden. Mit Essigsäure behandelt.

Leipzig am 20. Juli 1863.

Verb
liche
Neur

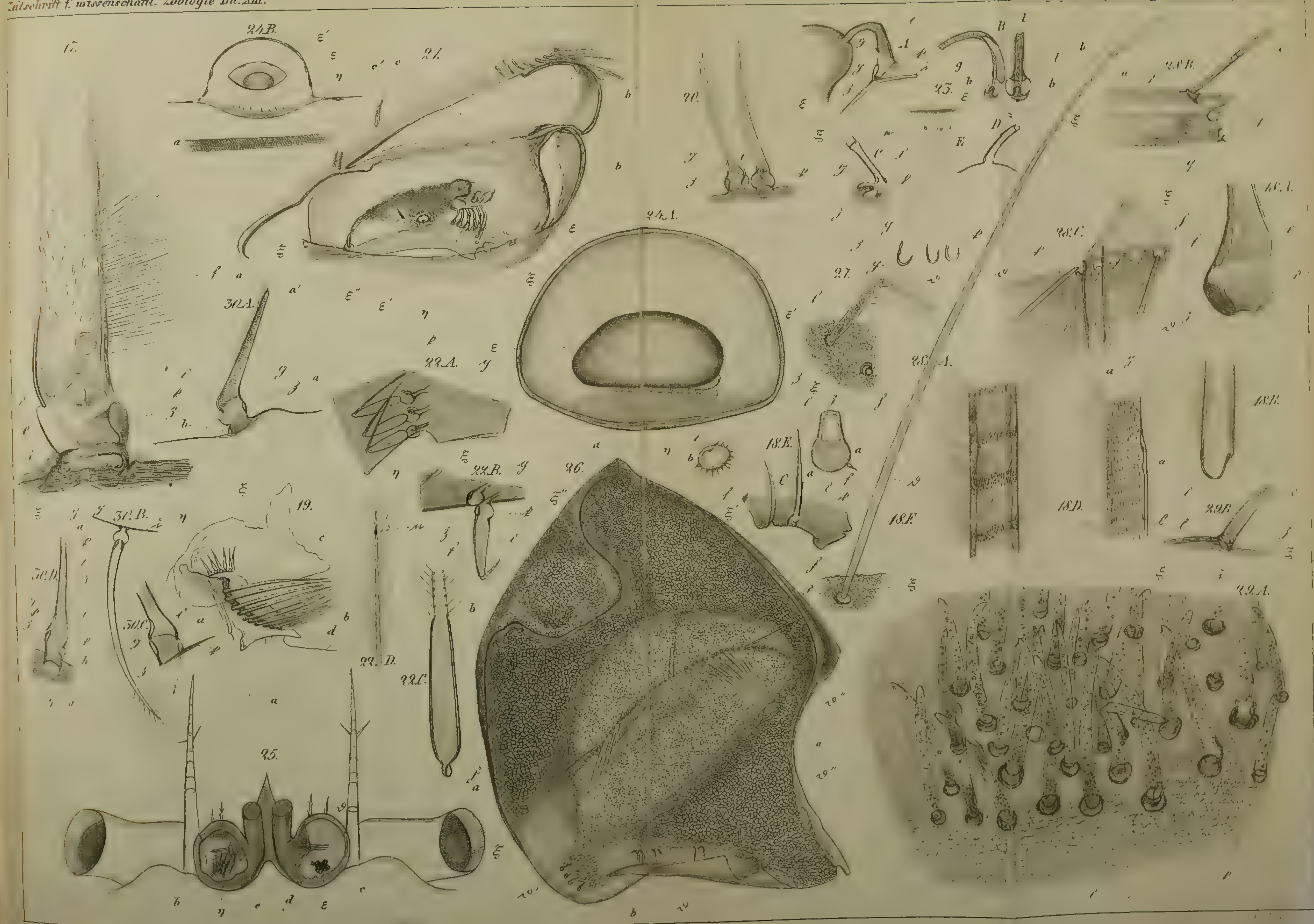
Fig. I.

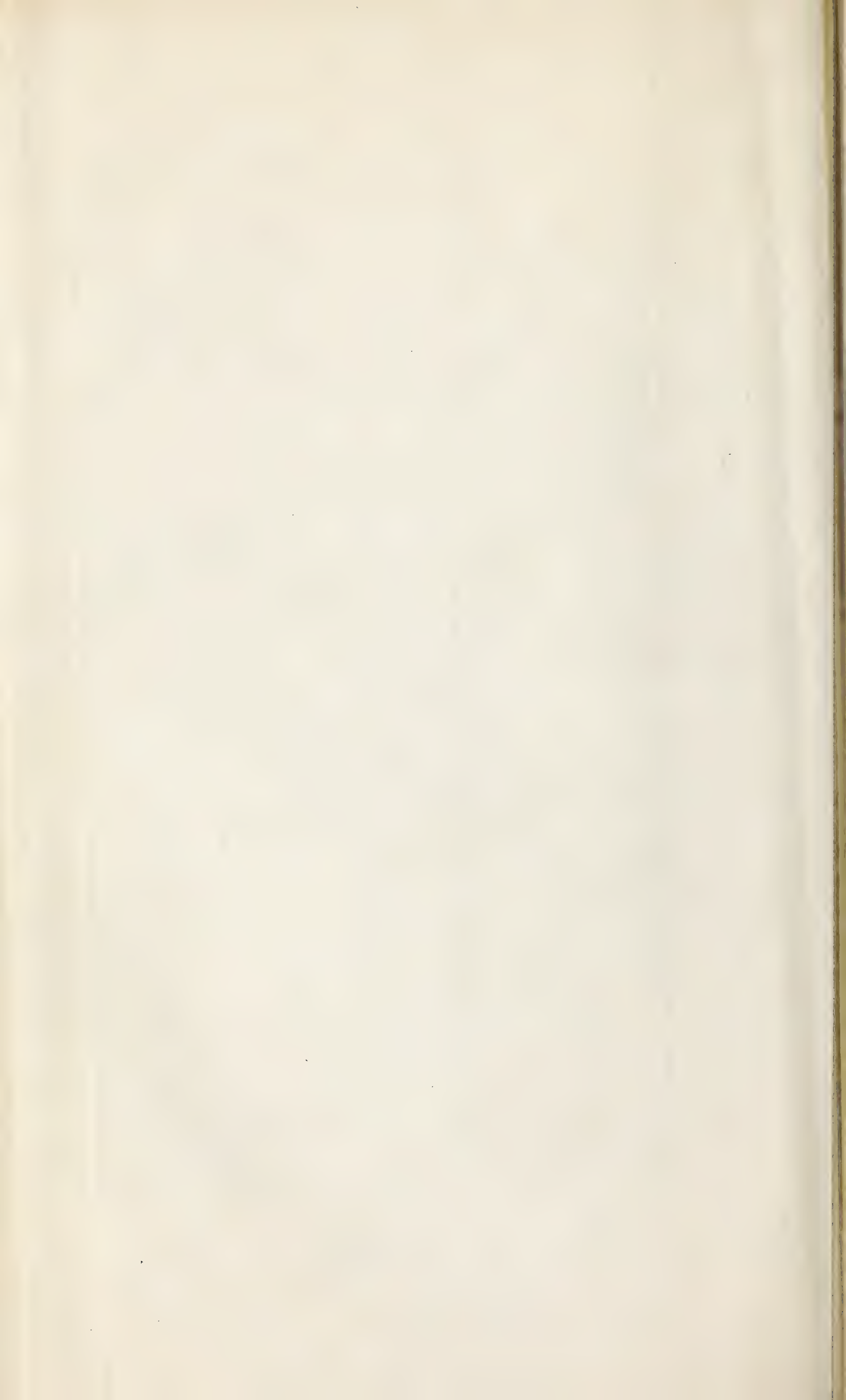
Fig. II

Fig. III

Fig. IV

l


30D. 17. 30B u C. 30A. 24B. 25. 19. 22D u C. 21. 22A u B. 26. 24A. 20. 18E u C. 27. 18E. 28A. 23. 28C. 18D. 28B. 29B u A. 18A u B.

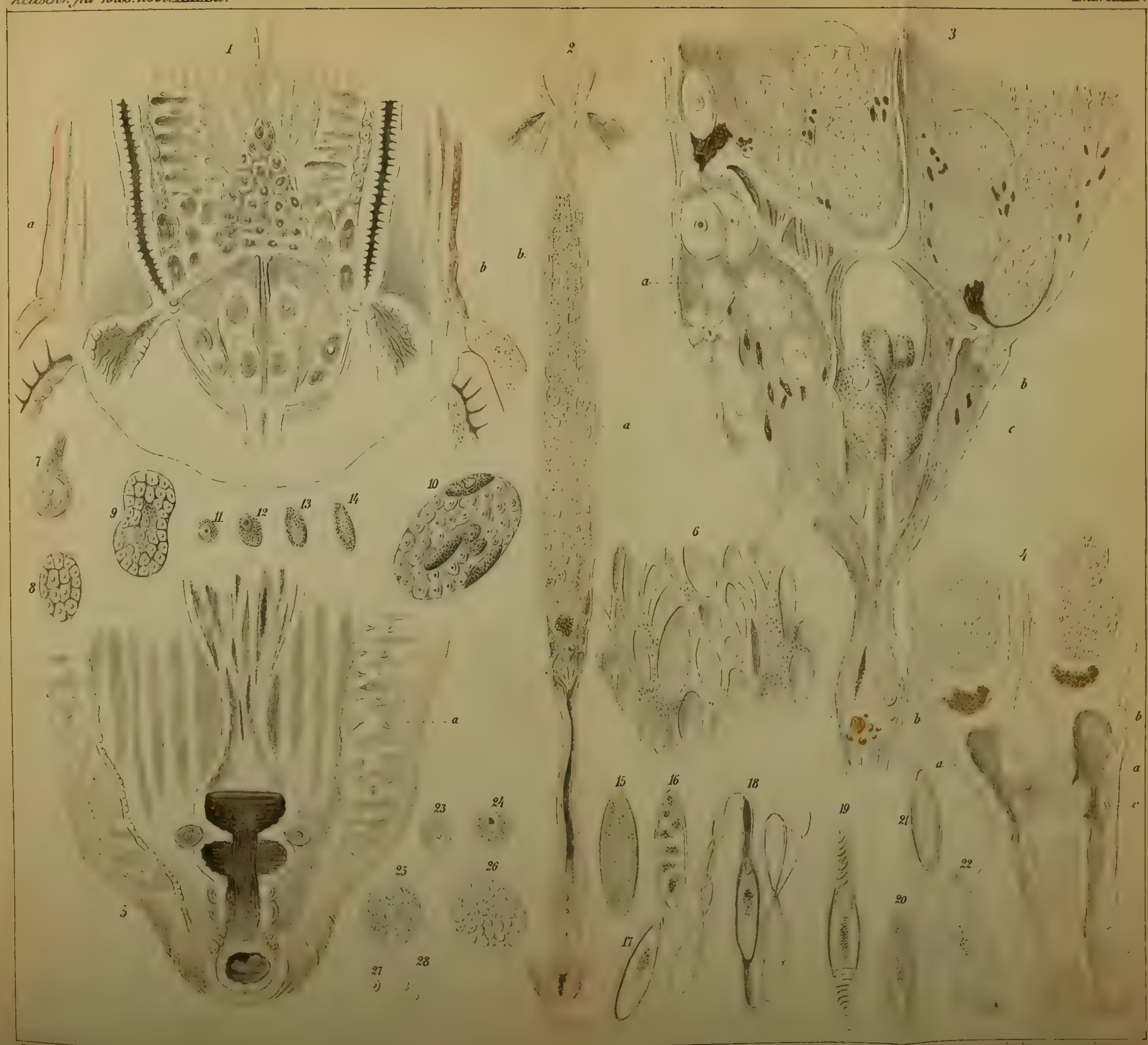


51. 53. 52.



45. 36. 41. 39. u. A 44. A 40. B 42. 38. 37. 44. C 48. B 39. B 43. D u. C. 44. B u. D 43. A 46. 47. 43. B. 34. 48. A 35.




1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
a
b
c



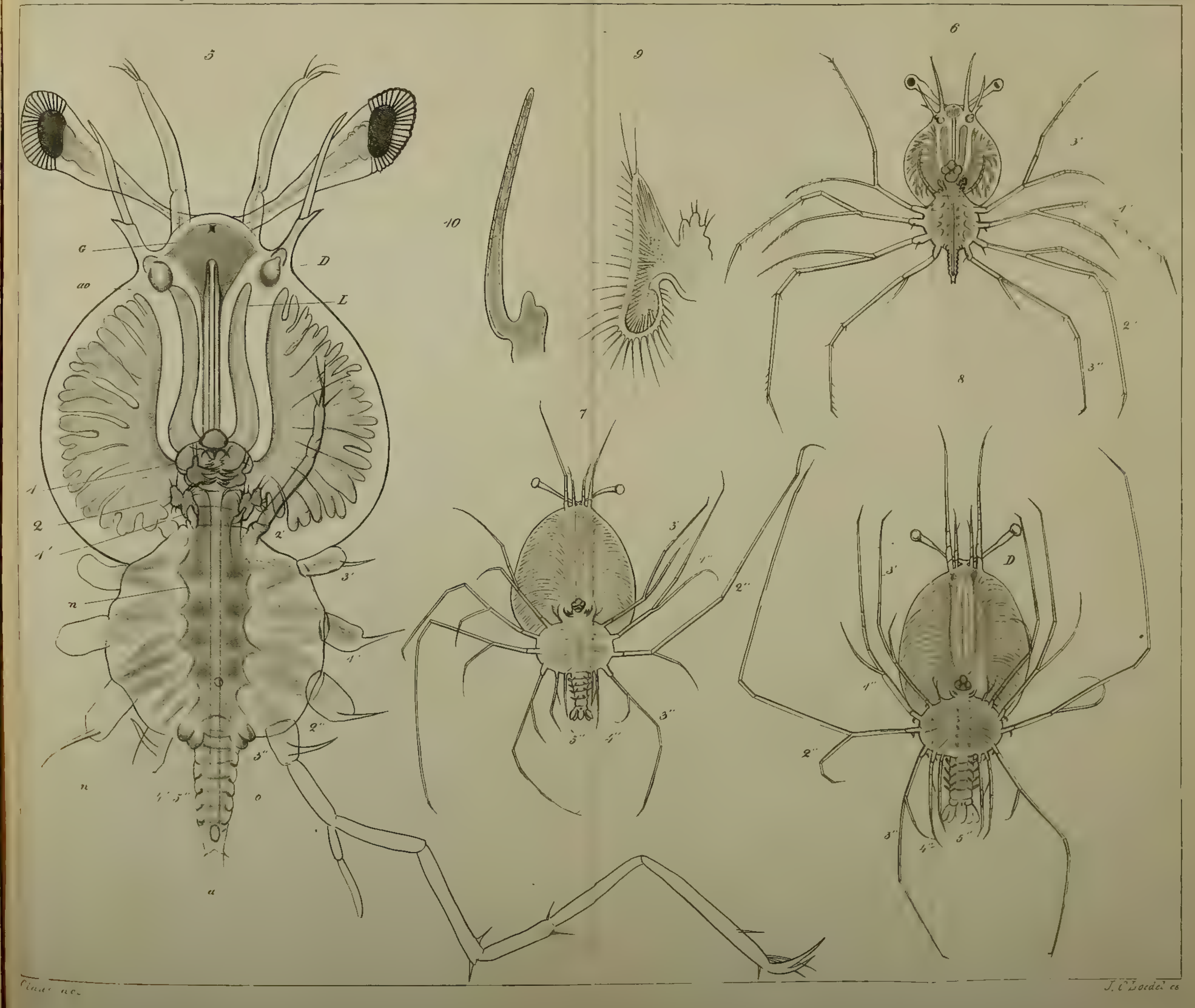

1
a
b
3
c
a
b
a
d
c
d
c
g
f
7
8
10
9
11
12
2
4
a
c
c
b
13
c
b
6
a
b
5
a
a
a
a
a
a



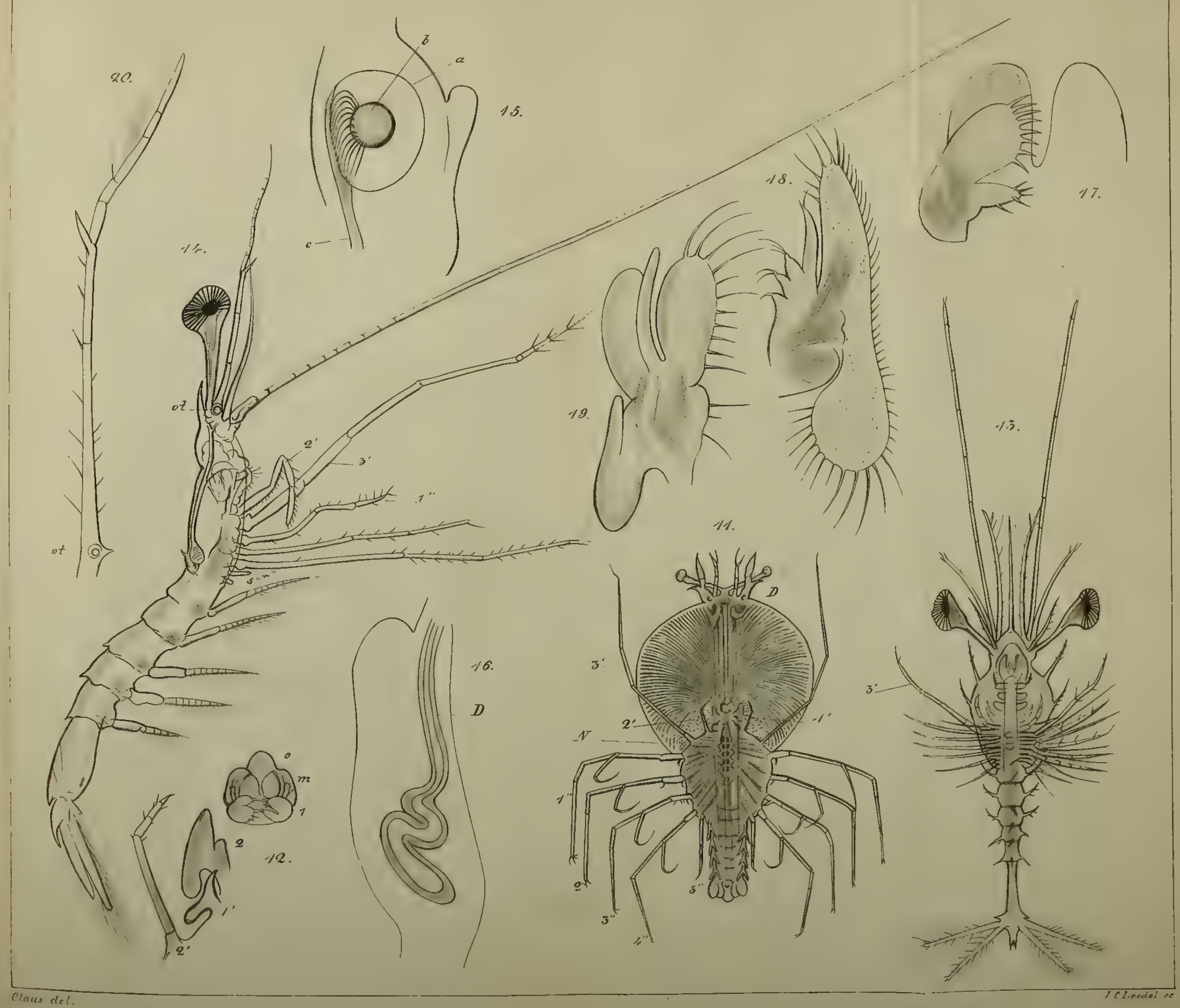


Claus del. J. C. Zoedel sc.

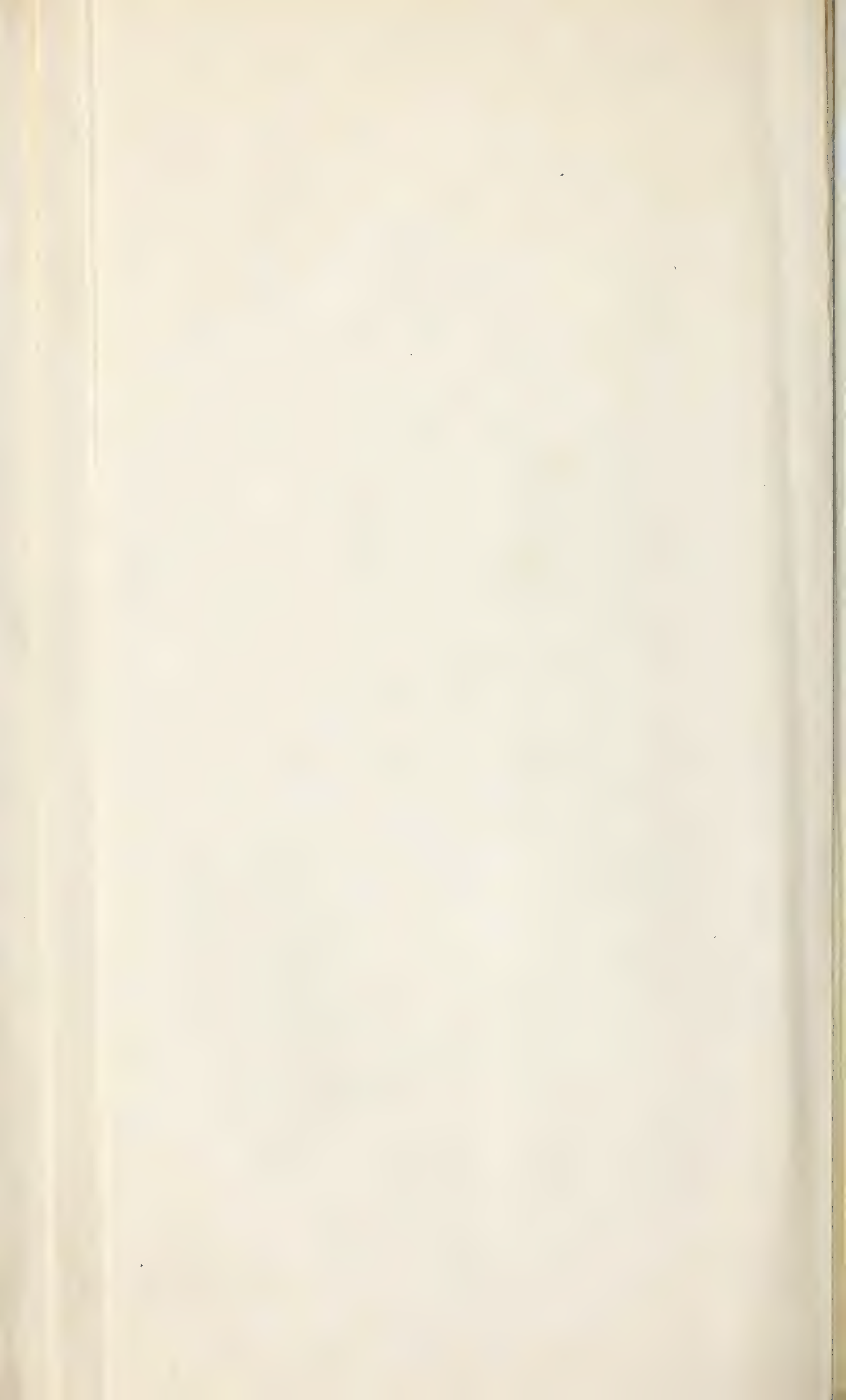


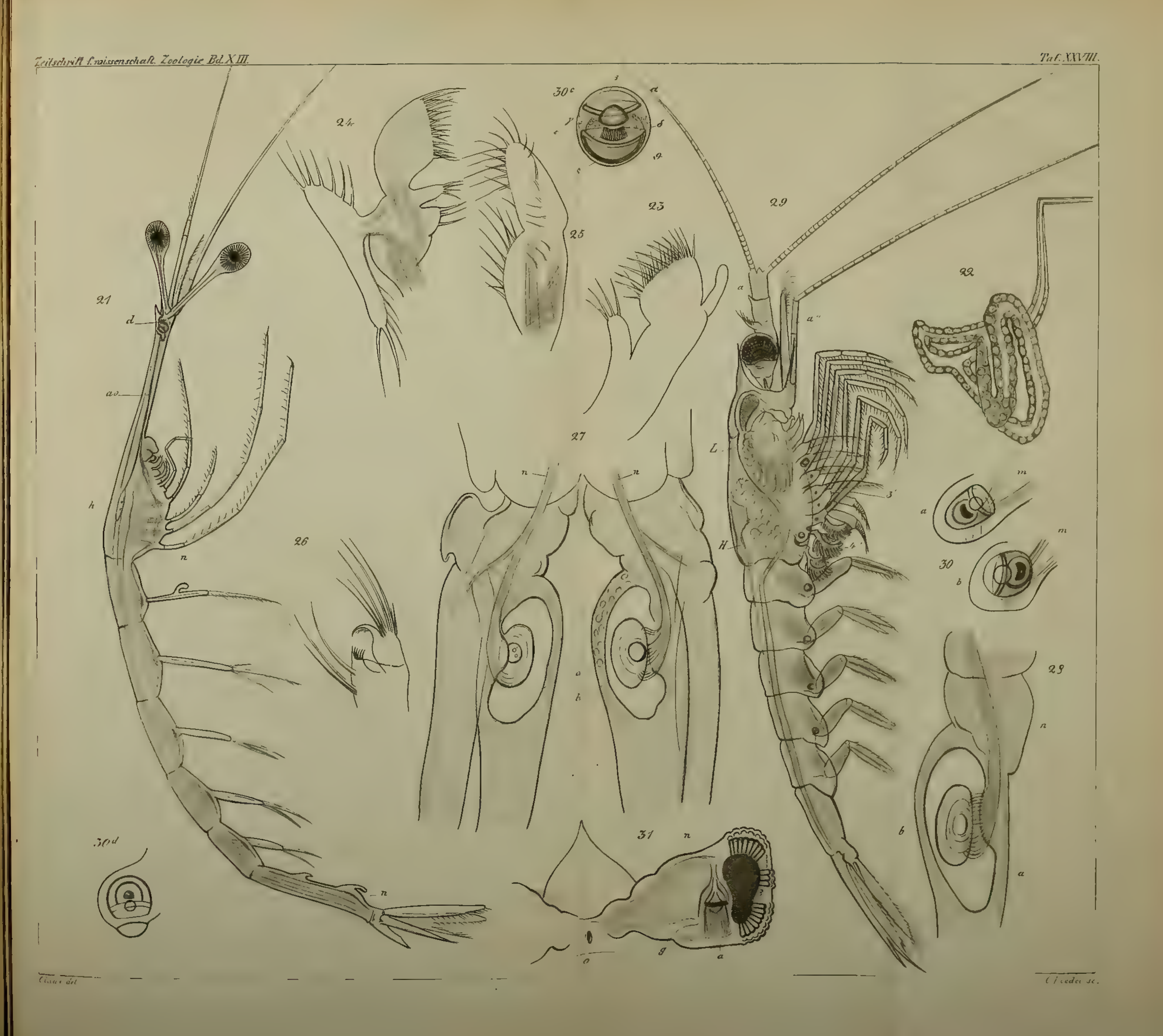




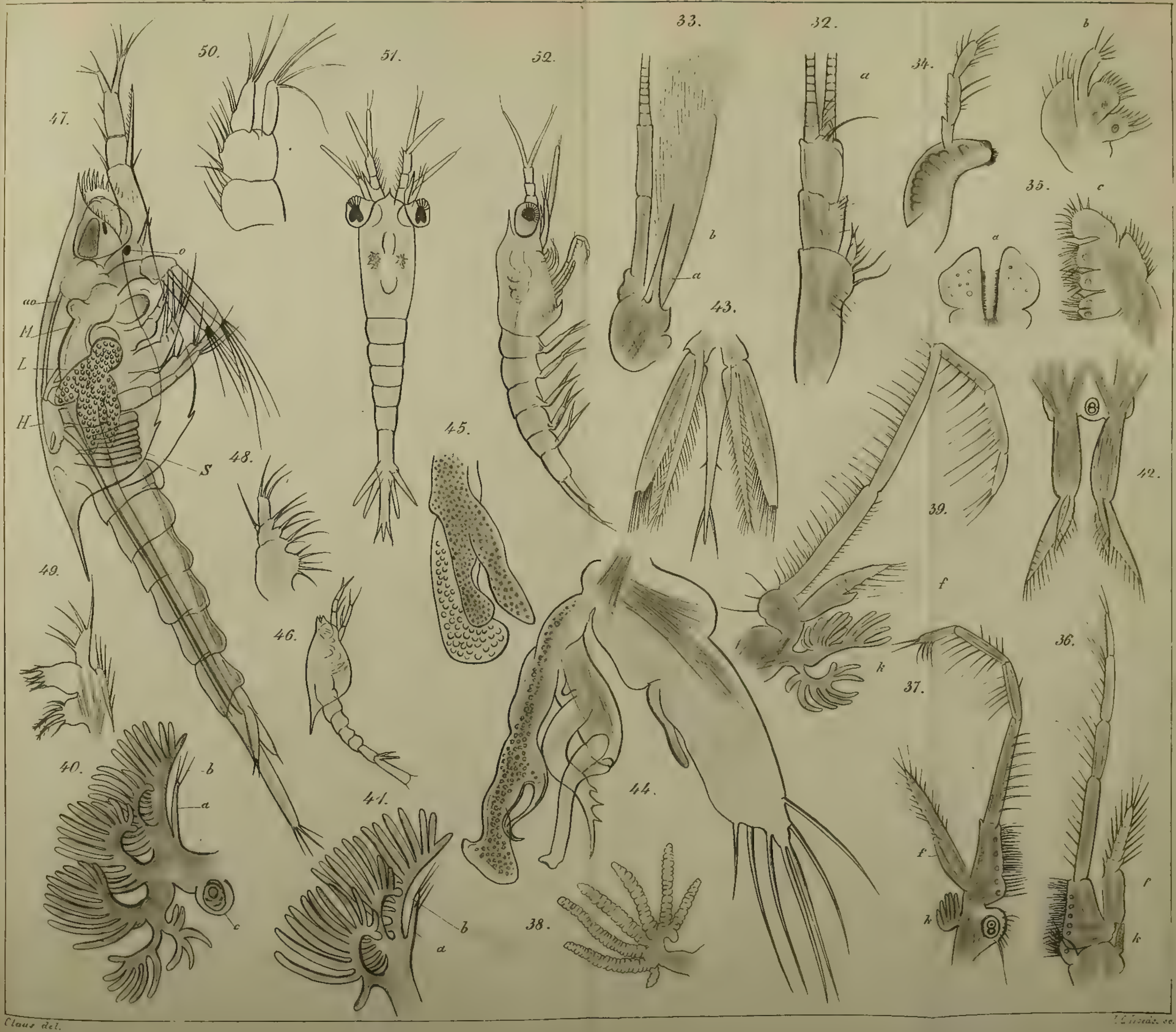


Claus del. J. C. Loedel sc.

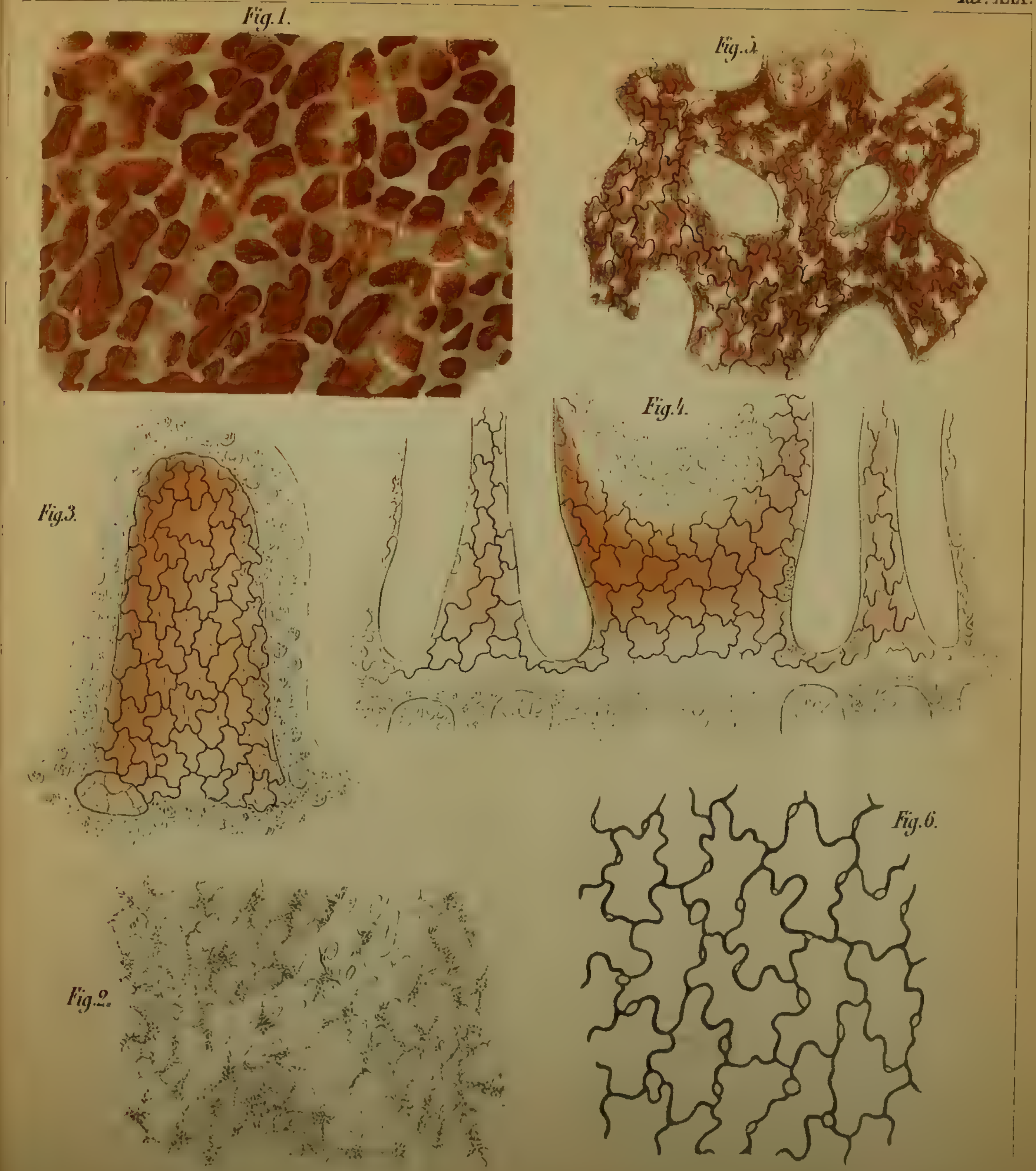




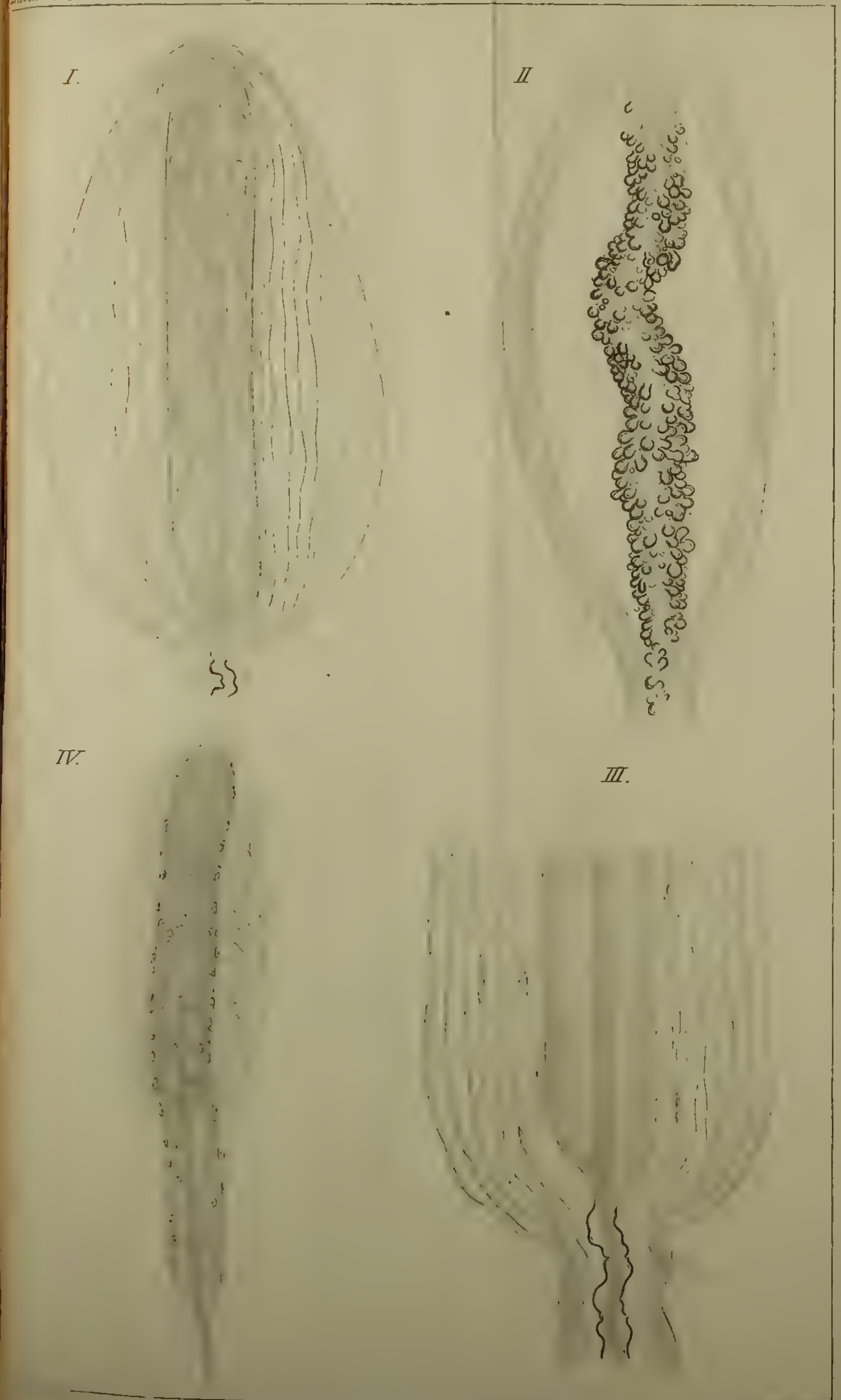


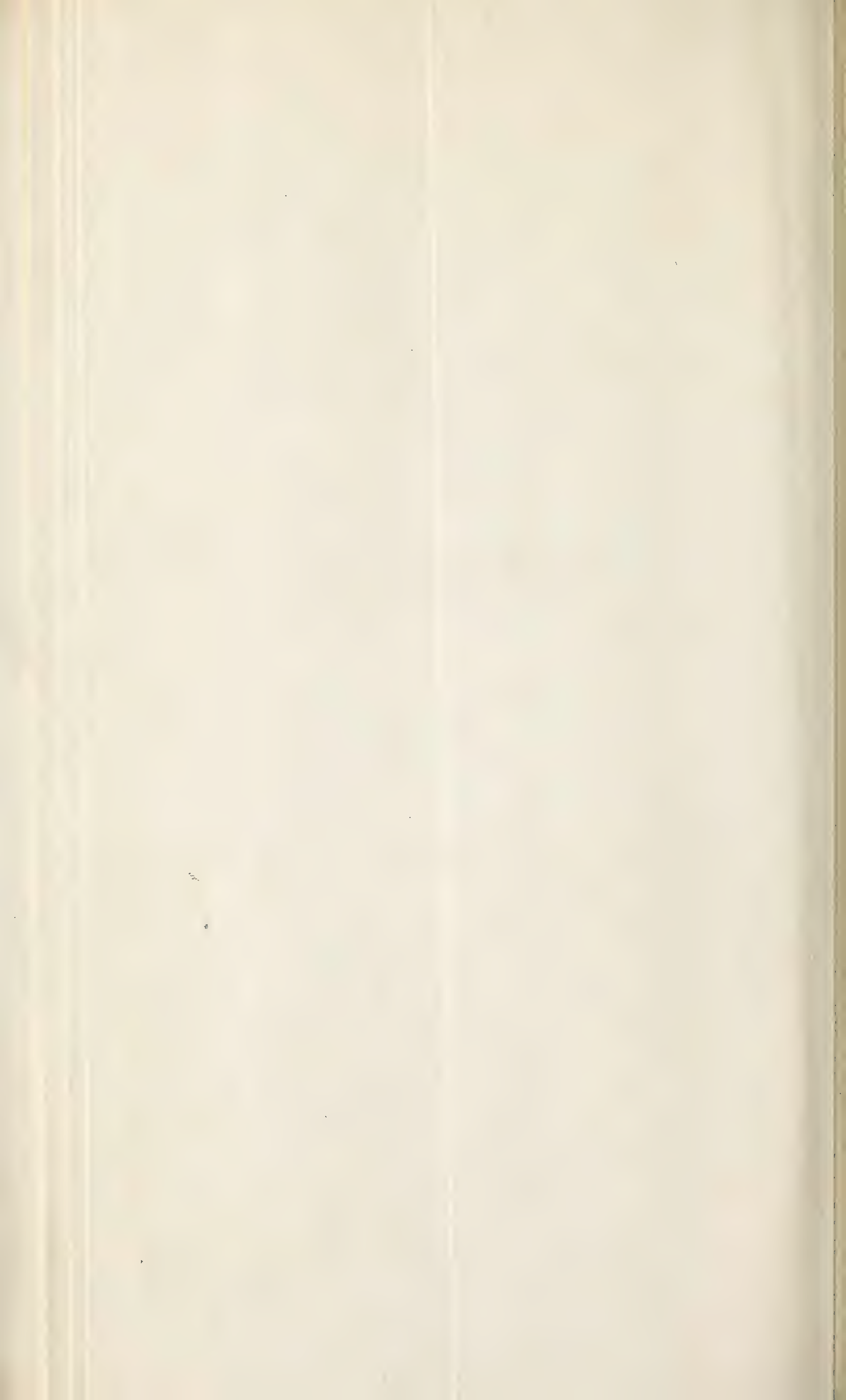





Fig. 1.
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 2.




I.
II.
IV.
III.



Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugethiere.

Von

Dr. V. Hensen, Prosector in Kiel.

Mit 2 Figuren in Holzschn. u. Taf. XXXII—XXXIV.

Vorliegende Arbeit giebt, was vom Autor während eines mit einigen Unterbrechungen eine Anzahl Jahre hindurch gepflogenen Studiums der Schnecke aufgefunden ward. Es sind die Verhältnisse des Fötus mit berücksichtigt worden, das hindert jedoch nicht, dass bei der Ausarbeitung die Lücken und ungelösten Zweifel mit sehr drückender Wucht hervortraten. Ursprünglich lag es im Plan das eigentliche histiologische Detail auszuschliessen, als nun unmerklich auch die feineren Verhältnisse mit hineingezogen werden mussten, ward zu rasch der nicht gleich zu ersetzende Vorrath verbraucht, so dass der Leser eben mehrfach auf Theile stösst, über die im Dunkeln zu bleiben er mit Recht dem Autor die Schuld geben wird. Da es aber doch scheint, dass die Kunde der Schnecke, namentlich jener des Menschen, der sehr viele Zeichnungen entnommen werden konnten, durch diese Veröffentlichung gemehrt und geläutert werden kann, ist vielleicht doch Hoffnung da, die Arbeit noch freundlich aufgenommen zu sehen.

Es ist bekannt genug, dass bei der Erforschung unseres Gegenstandes noch einmal die geschickt angewandte Loupe das Compositum überwunden hat. *Reissner*'s[1]) und *Reichert*'s[2]) Angaben, dass man in der Schnecke noch einen besonderen Canalis cochlearis unterscheiden müsse, stehen alles Widerspruchs ungeachtet nunmehr als die allein richtigen da.

Das thun sie freilich erst nach der Bestätigung, welche ihnen durch

1) De auris internae formatione Diss. Dorpt. 1851 u. Zur Kenntniss der Schnecke, *Müller*'s Archiv 1854.

2) Bullet. de la class. mathémat de St. Petersbourg. Tom. X. Nr. 222.

die embryologischen Studien *Kölliker's*[1] geworden ist, *Kölliker's*, der Jahr für Jahr, vor Allem durch eigene Untersuchungen, aber auch durch Aufmunterung Anderer[2] die Kenntniss des Gehörorgans mehrte. Seine Untersuchungen brachten es zuletzt auch definitiv zur Kunde, wie der Canalis cochlearis ein gewundener Schlauch sei, der von der knöchernen Schnecke umschlossen, auf der einen Seite von der Lamina spiralis ossea getragen mit der anderen der äusseren Schneckenwand anliegt. Auf jene trefflichen Darstellungen namentlich muss ich den Leser zurückzugehen bitten, falls meine Behandlung des Gegenstandes, die neueren Untersuchungen als bekannt voraussetzend, unüberspringliche Lücken lassen sollte.

Die erste Frage, die wir zu erörtern haben, ist die nach dem Verhalten des Canalis cochlearis in Bezug auf die Scalen und den Vorhof, namentlich also nach seinem Anfang und Ende. Die Angaben darüber sind sparsam, ja positive Befunde fehlen eigentlich ganz. *Kölliker*[3] hat vermuthungsweise ausgesprochen, dass der Canal an beiden Enden geschlossen sei; *Reissner*[4] giebt Folgendes an: die Vorhofstreppe ist gegen den Vorhof so vollkommen abgeschlossen, als die Paukentreppe gegen die Paukenhöhle. Ob aber der Schneckencanal auch im ausgebildeten Zustande des Labyrinthes, wie auf einer früheren Stufe der embryonalen Entwickelung mit dem Vorhof in offener Höhlenverbindung sich befindet, habe ich bisher nicht mit Sicherheit ermitteln können. *Reichert*[5] giebt dagegen an, dass die Scala tympani und vestibuli an zwei Stellen mit einander in Verbindung treten, am Hamulus und im Vestibulum.

Ich finde, dass, wenngleich eine Communication mit dem Sacculus hemisphaericus bestehen bleibt (Fig. 1), doch der Schneckencanal im Wesentlichen abgeschlossen ist: und ferner gegen *Reichert*, dass sein Anfang so rings an den Knochen sich anlehnt, dass eine Verbindung zwischen Scala tympani und Vestibulum hier, wie auch bekannt, nicht stattfindet. Der Canalis cochlearis entspringt nämlich an der vestibularen Ecke der Fenestra rotunda rings von den Wandungen der Scala tympani, die dadurch abgeschlossen wird. Die Lamina spiralis hebt sich nun sogleich mit starker nach dem Vestibulum gekehrter Convexität so in die Höhe, dass, nachdem sie bei der Membrana tympani secundaria passirt ist, sie bald zu Ungunsten der Scala vestibuli die Höhle der Schnecke theilt.

1) Würzburg. naturwiss. Zeitschrift Bd. II, Der embryonale Schneckenkanal. Entwicklungsgesch. S. 310. Handb. d. Gewebelehre 1863.

2) Meine embryologischen Studien begannen auch erst in Folge einer Aufforderung von meinem hochverehrten Lehrer.

3) Gewebelehre S. 719.

4) Zur Kenntniss der Schnecke l. c. S. 424.

5) L. c. S. 93.

Das Tympanum secundarium und die Lamina spiralis liegen fast unmittelbar an einander, man kann durch ersteres hindurch den Anfang der Membrana basilaris beobachten.

Am Hamulus endet der Canal blind ohne Erweiterung (Fig. 2). Im Einzelnen betheiligen sich an der Bildung der Scala media, abgesehen von Nerven und Gefässen drei Schichten: das Periost, das Stratum conjunctivum und das Stratum epitheliale. Die Besprechung derselben soll uns zunächst beschäftigen.

Das Periost.

Wenn man die Wölbung der Sc. vestibuli oder tympani mit der Loupe betrachtet, sieht man namentlich in radiärer Richtung Streifen verlaufen, welche sich als Gefässe kennzeichnen. Diese haben durchschnittlich die Richtung nach der Stria vascularis, sie liegen auf der Oberfläche des Knochens, senden aber auch Aeste in ihn hinein. Es sieht so aus, als wenn sie ganz frei auf der Innenwand der Schnecke lägen, jedoch wenn man sie abzuheben versucht, überzeugt man sich leicht, dass sie in einer sehr zarten und durchsichtigen Membran lagern. Diese hat ohne Zweifel die Bedeutung des Periostes, obgleich sie sich nicht wie gewöhnliche Knochenhaut verhält. Fig. 3 stellt dieselbe von der Fläche dar, wie sie aus der frischen Schnecke des Ochsen möglichst sorgsam herausgeschält ist. Wie man sieht, besteht das Periost aus einer durchsichtigen, fein körnigen Grundsubstanz, aus ziemlich reichlichen, unregelmässig gestellten ovalen Kernen, deren Zellkörper nicht nachzuweisen ist und aus Fasern, welche mit einander netzförmig verbunden und an den Knotenpunkten etwas angeschwollen sind. Diese erblassen bei Zusatz von Säure, während die übrige Membran sich unverändert erhält. Das Periost der menschlichen Schnecke zeigt die Fasern weniger deutlich und neben ovalen 0,0094 Mm. langen, 0,0038 Mm. breiten Kernen auch noch runde von 0,0075 Mm. Durchmesser, die vielleicht von den vorigen zu unterscheiden sind. Ein Epithel ist auf dem Periost nicht zu finden.

Namentlich an der centralen Hälfte der Scalenwölbungen ist das Periost leicht darzustellen; von der Lamina spiralis, der Membr. Reissneri, und dem Lig. spirale lässt sich diese nur 0,004 dicke, häufig noch dünnere Membran, nicht mehr abziehen. Es ergeben jedoch feine Querschnitte, dass auch diese Theile von einer solchen feinen Begrenzungsschicht überzogen sind. Auf der Lamina ossea sieht man das Periost leicht, hin und wieder sogar abgehoben, seine Fortsetzung auf die Lamina membranacea und unteren Theil des Lig. spirale bildet jene eigenthümliche, unten noch näher zu besprechende Schicht von Zellen mit varikösen Ausläufern, die schon lange beachtet ist. Auf der Membr. Reissneri

ist nichts von einem Periost zu sehen, dazu ist sie in der That zu dünn, doch an den beiden Ansatzstellen sieht man dasselbe auf sie übergehen. Auf der freien oberen Fläche des Lig. spirale findet sich auch eine Grenzschicht, welche dem Periost gleichwerthig sein könnte. Man muss zwar schon danach suchen, doch ist die Anwesenheit derselben nicht zu läugnen.

Es würden demnach die beiden Treppen, jede für sich mit einem Periost, wie man diese Begrenzungsschicht nun einmal genannt hat, ziemlich vollständig ausgekleidet sein.

Alle früheren Beobachter schildern das Periost erheblich anders, sowohl was seinen Bau, als auch was seinen Antheil an der Membrana und dem Ligamentum spirale betrifft. Der Unterschied stammt jedoch daher, dass unsere Anschauungen durch die Auffindung der Membr. Reissneri sich gegen die früher gültigen wesentlich verändert haben. Man studirte z. B. früher die Structur des Periosts am Lig. spirale, welches nunmehr zum Stratum conjunctivum des Canalis cochlearis wird gerechnet werden müssen, ferner scheint das Epithel der Membrana Reissneri oftmals auf die Knochenhaut bezogen zu sein[1]. Es wird um so mehr erlaubt sein die einzelnen Angaben nicht durchzunehmen, als *Kölliker*[2]) nunmehr ausdrücklich das Epithel des Periostes als sehr zweifelhaft hinstellt. Er hält zwar fest, dass er für den Menschen auf der Membr. Reissneri ein Periostepithel gefunden habe (auch da muss ich es für meine Präparate entschieden läugnen!), hat es aber in der Schnecke des Ochsen ganz vergeblich gesucht; namentlich spricht ihm aber die Entwickelungsgeschichte gegen die Anwesenheit des Epithels.

Es ist allerdings nöthig die Entwickelung der Grenzhaut der Schnecke zu kennen, um über seine auch für die anderen Theile wichtigen Verhältnisse aburtheilen zu können. Wenn wir das wollen, werde ich freilich den Leser tief in die Entwickelung der knöchernen Schnecke und des Aquaeductus cochleae hinein führen müssen und leider doch nicht einmal den Zweck ganz erreichen.

Den bestimmten Angaben von *Remak*[3]) und *Kölliker*[4]) gemäss, wächst bei der Entstehung des Labyrinthes ein nur aus dem Epidermisblatt bestehendes Bläschen in die mittlere Keimplatte hinein. Anfänglich ist nach Angabe der Autoren die ganze Umgebung eine gleichmässige zellige Masse, die sich dann zunächst in umhüllenden Knorpel und einfache

1) Dafür sprechen sowohl die Zeichnungen von *Corti* und *Claudius*, als auch die Angaben von *Deiters*, der (Untersuchungen S. 84) die Membr. Reissneri unverletzt gesehen, sie aber (wohl ihres hohen Ansatzes wegen) als in toto abgelöstes Epithel der Scala vestibuli aufgefasst hat.

2) Gewebelehre S. 719.

3) Unters. über die Entwickel. d. Wirbelthiere. Hft. II. S. 75 u. 96.

4) Entwickelungsgeschichte S. 308.

Bindesubstanz differenzirt, (falls nicht letztere vom Knorpel umwachsen wird). Der jüngste Embryo, den ich untersuchte (Schaf $1\frac{1}{2}$ Cm.), zeigte schon deutlich diese Sonderung in Zellen mit stark lichtbrechender und Zellen ohne Zwischensubstanz. Die Grenze zwischen beiden war aber nicht scharf, sondern sie machte sich durch eine nach beiden Seiten undeutlich abgegrenzte Uebergangszone; diese wollen wir als primäres Periost bezeichnen. Bei älteren Embryonen wird die Zone schärfer begrenzt (Schaf 4 Cm.) und auch mächtiger (Rind bis 22 Cm. Länge). Das Periost besteht in der früheren Zeit aus polygonalen, gestreckten, kernhaltigen und blassen Zellen ohne Zwischensubstanz, später wird es mehr faserig. Darüber berichtet *Kölliker* in seiner ersten Mittheilung[1], diese Schicht gestalte sich zum inneren Periost der Schnecke und zur Spindel. Der Knorpel nimmt an diesen Bildungen nicht Theil. In der That überzieht das primäre Periost anfänglich einfach die Innenwand der knorpeligen Schnecke, die noch keinerlei Scheidewände besitzt, dann aber wird eine häutige Columella, Modiolus, Lamina modioli und Lamina spiralis ossea ziemlich gleichzeitig aus denselben Gewebselementen gebildet. So viel ich erschliessen konnte, entstehen alle diese Theile durch die Differenzirung in loco und nicht durch Auswachsen von irgend einem Punkte aus, nichtsdestoweniger stehen sie in merkwürdigen Continuitätsverhältnissen.

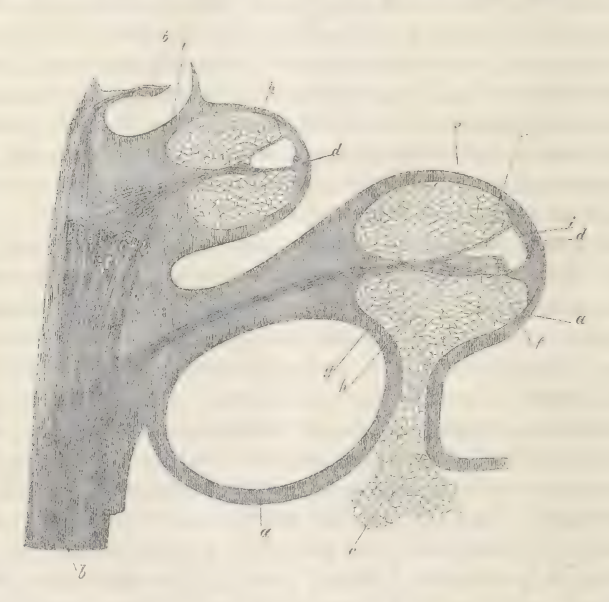
Verfolgt man nämlich bei Embryonen (Schaf 4, Schwein 5, Rind 17 und 30 Cm. lang) den hier noch ziemlich weiten (beim Schwein 0,5 Mm.) Aquaeductus cochleae[2], so findet man, dass er aus zwei Bestandtheilen gebildet wird; nämlich aus einer ihn auskleidenden bindegewebigen Röhre und einem von dieser eingeschlossenen (beim Schweinsembryo 0,27 Mm. dicken) Bindesubstanzfaden. Die bindegewebige Röhre interessirt uns zunächst, da sie mit dem primären Periost continuirlich ist. Sie geht unmittelbar aus dem äusseren Perichondrium des Labyrinthknorpels hervor und ist gleichsam eine Einstülpung desselben in die Schnecke hinein. Verfolgt man die Röhre, indem man den Knorpel von ihr abtrennt, so stellt sich dabei gleichsam wie von selbst eine vollkommen häutige Schnecke dar. Sogar noch bei der Schnecke des Neugeborenen kann man sich die erste Windung in ähnlicher Weise häutig darlegen.

Genauer verfolgt ergiebt sich, dass der häutige Aquaeductus nach zwei Richtungen sich hinwendet, gleichsam in zwei Schenkel sich spaltet. Der kurze Schenkel biegt sich nach dem runden Fenster hin und kleidet den Anfang der Scala tympani, so wie das Tympanum secundarium

1) L. c. S. 9.

2) Denselben findet man zwischen dem Labyrinthknorpel und der Cartilago occipitis in einer Ebene, welche den Nerv. acusticus, das ovale und das runde Fenster schneidet, letztere müssen daher zunächst sorgfältig frei gelegt werden, will man nicht Schaden leiden.

selbst, dessen innere Schichten er bildet, aus. Der andere Schenkel tritt an den Modiolus heran und verbindet sich hier untrennbar mit der Dura mater des Nerv. acusticus. Nach dieser Vereinigung bildet er diejenigen Theile der Schnecke, die, wie oben erwähnt, aus dem primären Periost hervorgehen. Die Verhältnisse werden nach dem Holzschnitt sich leicht übersehen lassen, doch ist noch zu erwähnen, dass das Periost an der Stelle, wo es das Lig. spirale umfasst, auffallend verdünnt ist. Wenn man in der That auch nach Untersuchung von Querschnitten die Continuität der Beinhaut der Scalen zulassen muss, so ergiebt doch die weitere Präparation, dass an dieser Stelle ein auffallend schwacher Zusammenhang, sowohl zwischen der häutigen Auskleidung der Scalen selbst, als auch zwischen ihr und dem Lig. spirale sich findet. Die Lamina modioli ist nie anders zu isoliren, als vereint mit dem Periost der oberen[1])



Erklärung. Schematischer Durchschnitt einer embryonalen Schnecke, der Canalis cochlearis selbst ist jedoch in ausgebildetem Zustande eingezeichnet. In der ersten Windung sind alle Theile vorhanden, in der zweiten fehlt das Stratum epitheliale des Schneckencanales, in der dritten ist auch noch das Stratum conjunctivum desselben entfernt. *a* Perichondrium und primäres Periost, *b* Nerv. acusticus; *c* Gallertgewebe, durch den Aquaeductus in die Schnecke hineingehend; *d* Ligamentum spirale; *e* Membrana Reissneri; *f* Membrana basilaris, die Punkte weisen auf die äussere Bogenfaser; *g* Lamina spiralis ossea; *h* der knorpelige Theil der Zähne, auf ihm zwischen *k* und *h* findet sich das Epithelium, welches die eigentlichen Zähne bildet; *i* Stria vascularis; *k* Membrana Corti; *l* Lamina modioli.

25 Mal vergrössert.

1) Die Schnecke in aufrechter Stellung gedacht.

Scala tympani und der unteren Scala vestibuli, also gerade derjenigen Treppen, welche durch die Lamina modioli selbst getrennt gehalten werden. Für dies auffallende Verhalten steht die Erklärung noch dahin.

Es entsteht nun die Frage, was aus dem primären Periost wird? Bildet es, wie *Reissner*[1]) will, die innere, aus dem Felsenbein isolirbare Knochenhülle des Labyrinthes, die Labyrinthkapsel, oder wandelt es sich in die definitive Periostschicht um? Bei fast reifen Katzen ist, wie ich finde, die Substanz des primären Periostes fast[2]) völlig verknöchert, lässt sich aber noch entsprechend der Ausbreitung des unverknöcherten Periostes isolirt darstellen, ein ähnliches Verhalten fand ich bei einem etwas zu früh geborenen Kinde[3]). In beiden Fällen war jedoch die Verknöcherung nur unvollkommen, fast wie Verkalkung. Geht nun das ganze primäre Periost in diese Verknöcherung ein oder nur eine Schicht desselben?

Es liegt zwar nahe hier ein gleiches Verhalten wie bei gewöhnlichem Periost zu vermuthen, aber dann müsste die embryonale Gallertsubstanz spurlos zu Grunde gehen, was nicht eben wahrscheinlich ist, und anderntheils scheint die eigenthümliche Structur der inneren Auskleidung der Schnecke gerade auf die Gallertsubstanz zu beziehen zu sein. Ich war nicht so glücklich das Verhalten zu ergründen.

Die älteren Anatomen haben meistens völlig klare Angaben über den durch den Aquaeductus vermittelten Zusammenhang der Dura mater mit dem Schneckenperiost. Namentlich spricht *Cotunni*[4]) sich in dieser Hinsicht sehr entschieden aus, während *Wildberg*[5]) darin vorsichtiger ist. Später ward von anderen (*Brechet*, *J. Müller*) gezeigt, dass die häutigen Wasserleitungen keine offenen Gänge, sondern solide Fortsätze seien, wogegen *Huschke*[6]) aus den offenen Labyrinthkapseln der Fische den Schluss ableitete, dass sie Reste einer fötalen Verbindung der Höhle der Arachnoidea mit dem knöchernen Labyrinthe sind.

Es scheint mit dem Aquaeductus cochleae jedoch noch eine eigene Bewandtniss zu haben, die zu erkennen den früheren Beobachtern einfach aus dem Grunde nicht möglich war, weil ihnen gewisse Vorkenntnisse abgingen. Soweit ich das bei nur spärlichem Materiale und nur seit kurzem dem Gegenstande zugewandter Aufmerksamkeit erkennen kann, handelt es sich hier nämlich um einen ähnlichen Process

1) De auris internae formatione S. 25.

2) Nur in der rings mit Knorpel umgebenen, von der Fortsetzung des Aquaeductus allein ausgekleideten ersten Windung nicht.

3) Diese Verknöcherung stellt jedoch nicht für sich allein die Labyrinthkapsel dar, sondern eine solche ist bereits bei der Verknöcherung des umliegenden Knorpels zu einer Zeit gebildet worden, wo, mindestens beim Rinde, Verknöcherung des Periostes noch lange nicht eingetreten ist.

4) De aquaeductibus S. 142.

5) Versuch über die Gehörwerkzeuge S. 123.

6) Beiträge zur Physiologie 1824. S. 35.

wie den der Einstülpung des Glaskörpers ins Auge. *Kölliker* hat entdeckt, dass der epitheliale Schneckencanal ursprünglich in einer eigenthümlichen gallertigen Bindesubstanz liege, welche später schwindet und damit den Raum der Scalen erzeugt. Diese Bindesubstanz nun, aus der namentlich auch die Hülle des Canalis cochlearis hervorgeht, steht in Continuität mit einem schon oben erwähnten Faden, welcher im Aquaeductus liegt und nach aussen in einem unregelmässig geschwollenen Klumpen zu enden schien[1]. Das Gewebe des Fadens ist zwar etwas ärmer an Zwischensubstanz wie das der Mitte der Scala entnommene, jedoch sowohl bei der Präparation, als auch an mikroskopischen Durchschnitten liess sich deutlich erkennen, dass es, von Periost völlig trennbar, ohne Grenze mit dem Gallertgewebe der Scalen zusammenhängt. Es findet sich sogar eine verdichtete Grenzschicht an den entgegenstehenden Flächen von primärem Periost und Gallertsubstanz. Diese Schicht würde dem Epithel der Hirnhäute vielleicht entsprechen können, doch mir ist es gänzlich missglückt zu irgend einer Zeit ein wirkliches Epithel hier und in den Scalen zu finden: höchstens einige Schleimkörper schwimmen in den Präparaten umher. Der Gallertfaden ist im Aquaeductus des Erwachsenen nicht mehr nachzuweisen, dagegen bleibt, wie schon Manche beobachteten, das Periost in der Wurzel der Scala tympani stets dick und succulent, ein Verhalten, welches wohl auf Reste der Gallertsubstanz zu beziehen ist. Meine Beobachtungen über die Wasserleitung sind übrigens noch so wenig abgeschlossen, dass ich es wohl als Pflicht anerkennen muss, den Gegenstand noch weiter zu verfolgen.

Stratum conjunctivum Can. cochlearis.

Das Stratum conjunctivum des Schneckencanals, das, den Canalis cochlearis bildende Bindegewebe ist bisher nicht streng von dem Periost und der Lamina spiralis ossea getrennt worden, im Gegentheil liess man bald die knorpeligen Zähne, bald die Lamina membranacea und das Ligamentum spirale aus dem Periost hervorgehen. *Reichert*[2] ist meines Wissens der Einzige, der die Bindegewebshülle als aus der Cutis entstanden, strenge von den Wandungen der knöchernen Schnecke trennt. In der That kann und muss man die bindegewebigen Theile des Lig. spirale der Membrana Reissneri und basilaris und der knorpeligen Zähne zusammen als eine Schicht für sich auffassen und zwar aus folgenden Gründen:

1) Man kann den Canalis cochlearis von seiner Entstehung an bis zu seiner Vollendung dicht vor der Reife der Frucht, mit Leichtigkeit für sich darstellen, wobei nur der Nerv und einige Gefässe zerrissen werden.

2) Man kann vor und nach der Geburt an günstigen Querschnitten

1) *c* des Holzschnittes. 2) L. c. S. 91.

in Lage, die Grenze des Canales scharf und sicher bestimmen, mit besonderer Leichtigkeit, wenn man Karminfärbung zu Hülfe nimmt.

3) Man kann nachweisen, dass das Stratum conjunctivum sich als selbstständige Schicht bildet.

Die Möglichkeit, den Canal mit der Pincette isolirt herauszuziehen, würde, wie ich meine, allein schon genügen, seine Selbstständigkeit nachzuweisen. Das Lig. spirale lässt sich sogar noch beim Erwachsenen mit Leichtigkeit von der äusseren Schneckenwand ablösen, an der es ziemlich weit auf- und abwärts hin gewachsen ist, dagegen ist dann freilich die Lamina ossea nur schlecht von den Zähnen zu trennen; jedoch auch ohne das markirt die Grenze der letzteren sich deutlich genug durch Mangel an Kalksalzen und durch ihre Structur.

Die Entwickelung des Stratums geht sehr allmählich und zwar aus jenem, muthmasslich eingestülpten Gallertgewebe *Kölliker*'s vor sich. Im Schafe von $1\frac{1}{2}$, ja eigentlich noch in einem solchen von 4 Cm.[1]), ist von einer besonderen Bindegewebshülle nichts zu sehen. Die netzförmigen Bindegewebszellen sind nur in der Umgebung des Epithels etwas dichter zusammengerückt. Es haften dabei die Epithelzellen, die eine einfache aber sehr undurchsichtige Lage bilden, sehr fest an der Peripherie an, so dass ein Ausfallen derselben an meinen Präparaten nicht vorkam. Dasselbe gilt für die halbcirkelförmigen Canäle, welche dann genau das Bild zeigten, wie es *Kölliker*'s Entwickelungsgeschichte Fig. 153 *a* giebt.

Das Epithel der Schnecke lag um diese Zeit bemerkenswerth weit vom Periost entfernt, so dass an seiner äusseren Peripherie eine sehr beträchtliche Schicht Gallertgewebe sich fand. Beim Schaf von 4 Cm., dessen Schneckencanal 0,10 Mm. breit war, lag er 0.44 Mm. von der Wandung des Knorpels ab, der selbst mit einem nur 0,049 Mm. dicken Periost überkleidet war. Diese Angabe stimmt nicht ganz mit der im übrigen meinen Präparaten entsprechenden Fig. 155 *Kölliker*'s vom Rindsembryo $3\frac{1}{2}''$ (9 Cm.) überein, sie ist aber wichtig, weil daraus mit Sicherheit hervorgeht, dass das Lig. spirale sich aus der Gallertsubstanz hervorbildet.

In weiteren Stadien (Schwein 6 Cm.) beginnt nun in dem Centrum der Scalen die Auflösung, während um das Schneckenepithel sich das Bindegewebe, und zwar von Anfang an in der Form, wie es den Zähnen und dem Lig. spirale entspricht, verdichtet. Die Membrana Reissneri ist dicker, wie später, die eigentliche Membr. basilaris besteht lange Zeit nur aus einem äusserst dünnen hellen Saum, ausserhalb dessen die Bindegewebszellen liegen, aber in der Habenula pectinata finden sich radiär gestreckte, derselben eigenthümliche Zellen (Fig. 7).

Untersuchen wir nun, was über die einzelnen Theile unseres Stratums zu berichten ist.

1) Hier ist schon die Form der Zähne angedeutet.

Membrana Reissneri Fig. 5 *A* u. *B*. 4 M. Reiss.

Diese zarte Haut besteht beim Neugeborenen scheinbar nur aus Epithelzellen, doch erkennt man beim Erwachsenen, wo das Epithel noch dünner und inhaltsleerer geworden ist, neben den kreisrunden Kernen jenes, sehr deutlich die etwas verstreut stehenden, ovalen, glänzenden Kerne des Bindegewebes.

Die Membran trägt keine Gefässe, die sich aber bei Schaf und Rind reichlich auf ihr finden. Sie entspringt 0,15—0,22 Mm. hinter den Zahnspitzen an einer beim Menschen nicht charakterisirten, dagegen z. B. beim Pferde stark vorspringenden Kante 6. 13 Cr. Reiss. und geht von dort unter einem Winkel, der beim Menschen 15, beim Schafe 40° beträgt, nach aussen und oben, um sich oberhalb der Stria vascularis mit dem Lig. spirale zu verbinden. Es ist auffällig, dass beim Menschen die Membrana Reissneri so wenig von der Membrana basilaris divergirt. Die bedeutende Zartheit der Membran 0,005 Mm. ist bemerkenswerth genug, um sie zu den Schallschwingungen in nähere Beziehung zu bringen, mit Rücksicht darauf bemerke ich aber, dass die Membran nicht nothwendig in gespanntem Zustande sich befindet, denn während z. B. an einer Stelle die gerade Entfernung zwischen ihrem Ursprung und Ansatz nur 0,825 Mm. betrug, war ihre Breite an der Stelle 0,9 Mm. Ferner habe ich mich direct an frischen Präparaten in situ überzeugt, dass die Membran schlaff ist. Immerhin bleibt es möglich, dass sie durch die Endolymphe, die in meinen Präparaten stets ausgeflossen war, gespannt erhalten werde.

Am Hamulus endet die Membran sackförmig (Fig. 2 *B*), was einfach dadurch geschieht, dass ihre Ansatz- und Ursprungslinien sich einander in einem Bogen nähern und zusammentreffen. Am Anfange, der Radix canalis cochlearis, ist das Verhalten der Membr. Reissneri aus denselben Gründen ein ähnliches. Hier jedoch findet, wie Fig. 1 zeigt, noch die Abweichung statt, dass die Membran eine Ansackung nach rückwärts macht, welche über die letzten Knorpelzähne hin eine Verbindung »Canalis reuniens« mit dem Sacculus rotundus bewerkstelligt. Dieser ist ein ungefähr 0,7 Mm. langer Canal, dessen engste Stelle noch nach Entleerung der Flüssigkeit 0,225 Mm. maass, seine Wandungen sind nur 0,015 Mm. dick. Er ist durchgängig, was sich, abgesehen davon, dass ein Verschluss nirgends zu sehen war, daraus ergiebt, dass es mir gelang mit der Nadel, bei 50mal. Vergrösserung, von dem Sacculus in den Schneckencanal zu gelangen, indem ich allmählich die obere Wand von der unteren abhob. Ohne Zweifel werden sich auch die Otolithen in den Schneckencanal ebensogut hineintreiben lassen, wie sie gewöhnlich bei gewissen ohrenärztlichen Sectionen des Labyrinthes in die halbcirkelförmigen Canäle hineingepresst werden!

Den Canalis reuniens, den ich auch vom Ochsen darstellte, wird man leicht in situ mit blossem Auge erkennen können. Durch seine Anwesenheit ergiebt sich, dass der Sacculus rotundus der Lagena der Vogelschnecke entsprechen dürfte. Es finden sich an ihm keine Nerven.

Die Knorpelleiste. Fig. 6.

Zwischen dem Epithelium, welches die sog. *Corti*'schen Zähne bildet einerseits und den Nerven andererseits, findet sich eine helle unverkalkte, mit zierlich verzweigten Saftzellen versehene, knorpelharte Substanz, die nach aussen zu einem Theil den Sulcus spiralis begrenzt und weiter in die Lamina membranacea übergeht, nach dem Centrum zu dagegen in längerer oder kürzerer Strecke, blattförmig verdünnt, die Lamina ossea bedeckt. *Deiters*[1]) hat der Structur dieser Substanz, die namentlich auch die Knorpel der Vogelschnecke bildet, besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Ich glaube mit ihm, dass sie in die Bindegewebsreihe wohl als besondere Abtheilung, etwa als Spindelknorpel, hineingehörte. Von diesem Knorpel hängt wesentlich die Form der Zähne ab, und so ist derselbe beim Menschen, wo die Zähne so äusserst schwach entwickelt und niedrig sind, fast rudimentär, die Zellen sehr klein und in die Länge gestreckt, wenig zum Studium geeignet, er bildet hier beinahe eine Platte von 0,375 Mm. Breite und in maximo 0,045 Dicke; während beim Pferde, wo der Knorpel mächtig entwickelt ist, seine Breite nur 0,413 Mm. beträgt, bei einer Dicke bis zu 0,228 Mm.; Gefässe finden sich in der Knorpelleiste beim Menschen nicht, wohl aber, wie ich mit *Kölliker* gegen *Deiters* behaupten muss, in der der Thiere, z. B. des Pferdes Fig. 6 *B d*. Beim Menschen geht der Knorpel am Hamulus noch eine Strecke weiter, wie die eigentlichen Zähne, indem er noch eine schwache Leiste für die Membrana Reissneri bildet, doch lässt sich dies Verhalten nur an Querschnitten erkennen.

Lamina spiralis membranacea.

Anfang und Ende ergeben sich einfach dadurch, dass die beiden gegenüberliegenden Ansätze der Membran, nämlich das Lig. spirale und die Zähne in einem Bogen verschmelzen, jedoch beginnt die Lamina an der Wurzel ganz schmal, am Hamulus aber endet sie sehr breit. Ich muss aber, entgegen den jetzt gültigen, wohl von *Corti*[2]) stammenden Angaben behaupten, dass die Membran von der Wurzel ab an Breite zunimmt, und zwar in continuirlicher, aber an den Enden beschleunigter Weise. Es

1) Untersuchungen der Lamina spiralis S. 9.

2) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. III. S. 159.

dürfte dies physiologisch von Bedeutung sein. *Huschke*[1] giebt übrigens schon an, dass das Blatt am Trichter verhältnissmässig und selbst absolut breiter sei, doch ist sein Maass nur 0,14—0,16 Mm. Am Wachsthum nehmen alle Abtheilungen der Membran ziemlich gleichmässig Antheil, bei stärkerer Verschmälerung legt sich zunächst die Zona pectinata auf das Lig. spirale und die Zona denticulata bleibt fast bis zum Ende frei durch die Scalen ausgespannt. Wenn ich von der Durchtrittsstelle des Nerven, bis zum Beginn des Lig. spirale, welches in den mittleren Windungen Fig. 4 stark vorspringt, messe, also den namentlich schwingungsfähigen Theil, so erhalte ich von Querschnitten aus der Schnecke eines Neugeborenen annähernd genau:

Ort des Querschnittes.	Breite der Membr. spiralis.
0,2625 Mm. von der Wurzel entfernt . .	0,04125 Mm.
0,8626 ,, ,, ,, ,, ,, . .	0,0825 Mm.
2. Viertel der 1. Windung	0,169 Mm.
Ende der 1. Windung	0,3 Mm.
Mitte der 2. Windung	0,4125 Mm.
Ende derselben	0,45 Mm.
Am Hamulus	0,495 Mm.

Nach diesen Maassen ist Fig. 20 construirt.

Die Maasse würden, wenn bis zum Sulcus spiralis gemessen worden wäre, grösser geworden sein, sich aber ihrem Sinne nach nicht geändert haben.

Beim Ochsen findet an der Schneckenwurzel eine noch grössere Zuspitzung statt, wie beim Menschen.

Die wichtige Thatsache, dass gerade unter dem *Corti*schen Bogen die Membran sich auffallend verdünnt, hat schon *Claudius* hervorgehoben. In dieser Hinsicht ist bemerkenswerth, dass bei älteren Embryonen sehr deutlich, aber auch noch beim erwachsenen Menschen, sich in der Zona pectinata schmale, radiär gestreckte Zellenkörper finden, die, nachdem sie wahrscheinlich früher die ganze Membran bildeten, ihre Thätigkeit nun nur noch auf Verdickung der Zona pectinata allein verwenden (Fig. 7).

Das Ligamentum spirale.

Nachdem von *Todd*[2] und *Bowman* eine innen an der peripheren Wand der Schnecke liegende Fasermasse als Musculus cochlearis beschrieben worden war, untersuchte *Kölliker*[3] dieselbe und fand, dass die fragliche Masse aus mehr feinen, steifen Bindegewebsbündeln mit undeutlicher Fibrillenbildung bestehe, dass die Bündel sich nicht in einzelne

1) *Sömmerrings*'s Anatomie 1844. S. 883.
2) Physiolog. Anatomy II. S. 79 stand mir leider nicht zu Gebote.
3) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. I. S. 55.

Faserzellen isoliren lassen, oft aber in feine, selbst gespaltene, Fibrillen auslaufen. Da nun ferner die runden oder länglich runden Kerne von denen glatter Muskeln durchaus verschieden seien, so liege hier eben ein Ligamentum und kein Muskel vor. Später untersuchte noch *Corti*[1]) den fraglichen Gegenstand, und obgleich er einige, glatten Muskeln ähnliche Elemente isolirte, so waren dieselben doch zu spärlich und zu wenig in Bündel geordnet, um für Muskeln zu gelten, so dass er sich der Aussage *Kölliker*'s anschliesst.

Das Ligament hatte für mich in mehrfachen Beziehungen ein Interesse, so dass ich davon einige weitere Details mittheilen kann. Das nach auf- und abwärts zugeschärft in das Periost übergehende Band ist in allen seinen Theilen ausserordentlich gefässreich. Wir haben an demselben, wie die Karminfärbung besonders deutlich zeigt, zwei Abtheilungen zu unterscheiden, die eine unter- die andere oberhalb der durch die Lamina spiralis gebildeten Ebene. Ersterer Theil Fig. 8 u. 9 besteht aus sehr locker zusammengefügten, zierlich verzweigten Zellen, zwischen denen reichliche Capillaren aufgehängt sind, sein Bau lässt mehr auf Beziehungen zur Aqua Cotunni als auf Spannkraft für die Membrana basilaris schliessen.

Der obere Theil, der sich etwas zackig gegen den unteren abgrenzt, scheint mir aus langgestreckten Fasern gebildet. Er giebt die periphere Wand des Schneckencanals ab. Das homogene Gewebe der Membr. basilaris setzt sich eine Strecke weit an ihm fort, hört aber dann ziemlich plötzlich auf, um einem längsverlaufenden, wohl venösen Gefäss, das leistenförmig über die Fläche vorspringt, Platz zu machen. Der Vorsprung dieses »Vas prominens« ist mehrfach als Ansatzstelle der Membrana Corti genommen worden (Fig. 8 u. 9 *d*). Die übrige Strecke der peripheren Wand wird durch den zur Stria vascularis gehörigen Theil des Ligaments eingenommen. Die Elemente des unteren Theils konnte ich vom Erwachsenen nicht isoliren, vom Rindsembryo sieht man die Zellen beider Abtheilungen in Fig. 10.

Stratum epitheliale Canalis cochlearis.

Wie *Kölliker* bereits für den Embryo hervorhebt, bedeckt dies die Innenfläche des Canales continuirlich. Ueberall bildet es eine einfache Schicht, nur an dem *Corti*'schen Organe selbst könnte man einige Zellen als einer zweiten Schicht angehörig auffassen. Wir wollen diese Schichten wieder im Einzelnen durchgehen.

Epithel der Membr. Reissneri. Fig. 5 *B*.

Die Zellen der Membr. Reissneri sind höchstens 0,006 Mm. dicke, 0,018–0,022 Mm. breite, unregelmässig polygonale Plättchen, mit runden, etwa

1) L. c. S. 110.

0,0112 Mm. grossen wandständigen Kernen und etwas körnigem Inhalt. Diese Zellen entsprechen nach Form und Inhalt den als Epithel des Periost und der Membrana Corti mehrfach abgebildeten Schichten, so dass hierbei früher vielleicht eine Verwechselung untergelaufen ist.

Die Zähne.

Diese eigenthümlichen Bildungen, deren Flächenansicht bereits öfter geschildert ist, bilden sich lediglich aus Epithelzellen. Am deutlichsten erkennt man das natürlich beim Embryo Fig. 11 *A b*, doch auch beim Erwachsenen vermag man häufig noch die Grenze dieser Epithelzellen, die beim Menschen 0,015—0,02 Mm. hoch sind, zu bestimmen (Fig. 4). Longitudinalschnitte, welche also die Zähne rechtwinkelig schneiden, geben am besten Aufschluss über ihre Natur. Man sieht beim Kindsembryo von 22 Cm., dass die gestreckten Zellen der Zähne zwischen sich eine helle homogene Masse, eben jene Zahnsubstanz gebildet haben, die freilich nicht ganz an die völlig ebene Oberfläche heranreicht. Diese nämlich wird durch eine dünne Verbreiterung der Epithelzellen selbst gebildet. Die helle Zwischensubstanz giebt, von oben gesehen, eben das Bild der bei ihrer Entstehung sehr schmalen Zähne. Beim Erwachsenen sind die Zellen so ganz in die helle Zahnsubstanz umgewandelt, dass nicht viel mehr als dicht an der Oberfläche liegende, mit Karmin sich kaum noch färbende Kerne zurückgeblieben sind. (Fig. 11 *B*). Jedoch lässt noch eine gewisse Differenz in der Lichtbrechung den Unterschied zwischen älterer und jüngerer Zahnsubstanz wahrnehmen. Die ganze Masse setzt sich scharf gegen den unten liegenden Knorpel ab.

Rücksichtlich der Form der Zähne hat mir eine Vergleichung der genauen Zeichnungen von 15 in bestimmten Abständen von den verschiedenen Windungen einer menschlichen Schnecke genommenen Querschnitten ergeben, dass keine Formunterschiede, abgesehen vom äussersten Ende und Anfang vorhanden sind. Zwar zeigten sich leichte Formdifferenzen, die aber als Verbiegungen der nicht zu harten Zahnsubstanz durch das Messer erkannt wurden, da nie die Formen der dicht darüber und darunter liegenden Schnitte genau entsprachen. Durch solche Verbiegungen wird der Sulcus gewöhnlich etwas winkelig eingeknickt, während er in der That gerundet ist. An der Radix verflacht sich der Sulcus, die Vorragung der Zähne wird schlanker (Fig. 12 *A*), dann kürzer (Fig. 12 *B*) und schwindet zuletzt ganz, indem die Zähne sich in den Canalis reuniens verlieren. Am Hamulus bleibt der Sulcus bis ans Ende in gewohnter Form, vielleicht ein wenig an Höhe zunehmend[1]. Es rückt aber die Crista Reissneri immer näher an die freie Kante der Zähne

1) Den Angaben von *Claudius* l. c. S. 156, der die Zähne am Hamulus besonders weich und niedrig findet, kann ich also nicht beistimmen.

heran, so dass sie schmäler werden (Fig. 17) und zuletzt fast verschwinden. Schliesslich hören sie dem Ende der Papilla spiralis gegenüber ziemlich plötzlich ganz auf.

Ich will übrigens nicht verhehlen, dass ich im Allgemeinen in der Begrenzung des Epithels der Zähne noch Schwierigkeiten finde. Ich glaube im Grunde, dass sich die Sache überall ungefähr so herausstellen wird, wie es der Holzschnitt zeigt, dass nämlich alles, was nach oben vom Scheitel des Sulcus liegt, also die eigentlich vorspringenden Zähne bildet, Epithel, was nach unten davon liegt, Knorpel ist. Man sieht das auch beim Menschen (Fig. 4), sehr entschieden scheint es aber beim Sulcus des Pferdes anders zu sein (Fig. 6 *B*).

Die ganze Bildung der Zähne scheint einigermaassen verständlich zu werden, wenn man sie mit der Membrana Corti in Beziehung bringt. Es ist diese, wie *Kölliker* gefunden hat, eine sehr früh beginnende Cuticularausscheidung der Zellen des Sulcus und der Zähne. Die Membran bleibt nun gerade über den letzteren sehr dünn, während sie an den anderen Orten dicker ist (Fig. 24). Anfänglich ist sie nun aber überall gleich dick, während sie jedoch im Sulcus sich noch bis zur Geburt hin verdickt, hört sie über den Zähnen bei sehr kleinen Embryonen schon auf zu wachsen. Daraus schliesse ich, dass mit der Bildung der Zahnsubstanz zwischen den Zellen die Ausscheidung auf die Oberfläche, d. h. die Verdickung der Membr. Corti aufhört; dass in dieser Hinsicht die Zahnbildung also ein Mittel wäre, die Membran fein zu erhalten.

Es scheint ferner nahe zu liegen, dass die allerdings nicht sehr grosse Härte dieser Gegend für die Function der Membrana Corti Wichtigkeit haben wird, namentlich scheint die Vorragung, welche die Zähne bilden, geeignet, sie in Lage zu erhalten.

Epithel des Sulcus spiralis. Fig. 4. 13. 15. 17.

Dies Epithel hat der Erforschung besondere Schwierigkeiten entgegengesetzt, was theils daher kommen mag, dass es bei manchen Thieren so sehr niedrig ist, hauptsächlich aber daher, dass, wenn die Membr. basilaris sich bewegt, was sie bei Herausnahme auf gewöhnliche Art stets thun muss, sie gerade hier sich knickt und das Epithel absprengt. Befriedigende Abbildungen über unsere Epithelialschicht finde ich nirgends, eben so wenig ganz correcte Angaben, da mindestens das Epithel als geschichtetes bezeichnet zu werden pflegt. Am weitesten scheint jetzt fast *Kölliker*'s[1]) Beschreibung sich von der meinen zu entfernen, der freilich selbst bemerkt, dass er sich auf nicht wohl erhaltene Präparate habe stützen müssen. Er glaubt, das jener hohe Zellenwall des Sulcus spiralis der Embryonen, den er zum Theil für geschichtetes Epithel hält, auch noch beim Erwachsenen sich finde.

1) Handbuch S. 708.

Es ist nun das Epithel, welches von der Fläche sich als sogenannte *Claudius*'sche Zellen präsentirt, bei verschiedenen Thieren etwas verschieden. Einschichtig finde ich es zwar immer, aber während die Zellen beim Pferde (Fig. 13 *f*) 0,0225 Mm. dick und rundlich sind, finde ich sie beim neugeborenen Menschen (Fig. 14) schon mehr platt und 0,0075—0,015 Mm. dick, beim Erwachsenen, beim Kalb und Ochsen aber nur 0,005 Mm. mächtig. Jedoch es strecken sich nach Maassgabe der Abbildungen Fig. 13 u. 14 die Zellen stets, sobald sie sich den inneren Bogenfasern nähern, wie schon *Böttcher*[1]) sah, und bilden eine auf die Membr. reticularis hinaufleitende schräge Ebene.

Die Aenderungen, welche diese Zellen in der Embryonalperiode erleiden, sind sehr auffallend. Sie bilden nämlich nach *Kölliker*'s Entdeckung in früher Zeit ein ziemlich massiges Organ, welches den Sulcus ganz ausfüllt. Da dasselbe am Erwachsenen nicht mehr vorhanden ist, ist es nicht, wie *Kölliker* will, schon von *Claudius* gesehen, sondern durchaus ein O r g a n o n K ö l l i k e r i. Es besteht ganz aus einer Lage gesackter, spindelförmiger, an beiden Enden abgestumpfter Zellen (Fig. 16). Die ovalen Kerne derselben finden jedoch nicht neben einander Platz, sondern stehen in Reihen über einander, so dass es nahe liegt mit *Kölliker* ein geschichtetes Epithel anzunehmen, wenn man noch nicht die einzelnen Zellen isolirt gesehen hat. Uebrigens zeigt auch die Ansicht von oben viele kleine Kreise. Das ganze Organ überragt nun, wie *Kölliker* das schon schildert, zu e i n e r Zeit den Bogen sehr beträchtlich, wandelt sich dann aber allmählich in die *Claudius*'schen Zellen um. Da die Radix der Schnecke sehr beträchtlich dem Hamulus in der Entwickelung voraneilt, kann man bei einem Rindsembryo von 30 Cm. alle Stadien dieser Atrophie der gestreckten Cylinderzellen in die abgeplatteten *Claudius*'schen Zellen übersehen. Dieselbe beginnt im Sulcus und schreitet von dort nach der Peripherie vor: die vormals ovalen Kerne werden rund und von den Cylinderzellen dehnen sich einige kugelig aus. Es ist freilich unmöglich, dass jede derselben zu einer runden sich umwandelt, da der vorhandene Raum dafür bei weitem nicht ausreicht, darum kann es nicht anders sein, als dass ein Theil der Zellen zu Grunde geht. Das »wie« habe ich nicht erkannt[2]).

Das ganze Gebilde des Sulcus ist also lediglich ein Embryonalorgan. Es findet seine Bedeutung in der Ausscheidung der Membr. Corti, denn ungefähr in eben dem Maasse, in welchem das Org. Kölliker an Dicke abnimmt, verdickt sich diese Membran. Sie verlässt auch nie die Oberfläche der Zellen, sondern liegt das ganze Leben hindurch ihnen unmittelbar auf, mit Ausnahme freilich ihres vorderen Endes. Man kann nach dieser Angabe beinahe den Querschnitt der *Corti*'schen Membran sich

1) Archiv für patholog. Anatomie 1859. S. 265.

2) Vielleicht sind die Bindegewebszellen Fig. 26 von Deiters solche atrophische Elemente.

construiren. Die Oberfläche erstreckt sich fast als Ebene über die Zähne hin zur Membr. reticularis, die untere Fläche aber kleidet genau den Sulcus aus und ist also geformt wie dieser. Ich hatte mich von dem Verhalten an frischen Präparaten vom Ochsen schon überzeugt, ehe ich die Entstehungsweise der Membran kannte. Dass die Fig. 4 im Sulcus eine kleine Lücke und auch die Membr. Corti eine stark geschweifte Oberfläche zeigt, ist ein Verhalten, das ich ohne Bedenken auf Störung der Lage durch Erhärtung, welche die Membr. Corti etwas einschrumpfen macht, und die Präparation beziehe. Dass sich kein frisches Präparat zur Zeichnung fügen wollte, gehört auch zu den leider nicht abzuläugnenden Lücken der Arbeit.

Papilla spiralis Huschke.

Der Theil des Epithels, in welchem die Nervenendigung stattfindet, erhebt sich, wie man Fig. 14 am besten sieht, zu einem eigenthümlichen Wulste. Obgleich in den einzelnen Theilen richtig erkannt, ist diese an die Crista acustica der Ampullen erinnernde Hervorragung in ihrer Gesammtheit bis jetzt noch nicht richtig aufgefasst worden, so dass der Name, den *Huschke* dem Theile des Embryo gegeben hat, wohl wieder eingeführt werden darf.

Während *Corti* bekanntlich den ganzen in Rede stehenden Theil als platt auf der Membr. basilaris liegend, beschrieb, erkannte *Claudius*, dass die *Corti*'schen Zähne zweiter Ordnung (Bogenfasern) bogenförmig über die Fläche sich erheben. *Böttcher* und *Deiters*, die relativ wenig mit Querschnitten gearbeitet zu haben scheinen, lassen nach aussen von den drei *Corti*'schen Zellen gleich die runden Zellen von *Claudius* folgen. *Kölliker* kommt neuerdings in Fig. 390 seines Handbuches dem wahren Verhalten am nächsten, indem er schon gestreckte Epithelzellen nach aussen von der Lamina reticularis unterscheidet. Jedoch nach ihm bilden die Bogen den höchsten Punkt der Papille, welche sich dann von dort aus allmählich bis zu den Zellen der Zona pectinata verflacht, ein Verhalten, welches dem, wie es meine Präparate zeigen, gerade entgegengesetzt ist.

Die Papille ist nach dem Ligamentum spirale zu stets scharf abgesetzt, geht aber nach den Zähnen zu mit einer schrägen Ebene in das Epithel des Sulcus über: jedoch kann man sie hier auch bestimmt begrenzen, wenn man sie vom Ursprung der inneren Bogenfaser oder was dasselbe ist, von den Löchern der Habenula perforata an rechnet; das entspricht dann auch dem Rande der Stäbchenzelle des Bogens. Die Papille hatte bei einem Manne die ungefähre Länge von 33,5 Mm. Ihre Breite beträgt

1) Eingeweidelehre S. 885.

am Hamulus . . . . 0,195 Mm.
Ende der 1. Windung . . . 0,132 „
an der Radix . . . . 0,057 „

Allerdings fehlte hier noch das äusserste Ende der Papille, welches ich noch nicht in situ gesehen habe. In der Hinsicht kann ich nur angeben, dass dasselbe bei einem Rindsembryo von 30 Cm. Länge 0,056 Mm. breit war, während die Papille schon 1,125 Mm. weiter die Breite von 0,094 Mm. besass, also sehr rasch zugenommen hatte.

Was endlich die Höhe betrifft, so ist dieselbe beim Menschen am Hamulus 0,09 an der Radix 0,06. Mm.

Der Zellformen, aus denen sich die Papille zusammensetzt, sind 4. Die Bogenfasern, die Haarzellen, die peripherischen langgestreckten Zellen, welche ich Stützzellen heissen möchte, und die *Corti*'sche und *Deiters*'sche Zelle, *Leydig*'s Stachelzellen, *Kölliker*'s Haarzellen. Da wir nun gerade an derselben Stelle schon einmal Haarzellen haben und der Ausdruck Stachelzellen wirklich nicht zutreffend ist, wage ich zur Gesammtbenennung der letzteren den Namen Stäbchenzellen zu empfehlen.

Auch hier stützt sich die Beschreibung hauptsächlich auf Untersuchung menschlicher Theile.

Die Form der Bogenfasern weicht im Allgemeinen nicht von der sehr exacten Beschreibung, die *Deiters* von diesen Gebilden der Thiere gegeben hat, ab. Die Fasern sind, wie auch *Kölliker* richtig zeichnet, gestreckt, aber die innere ist, wie schon *Deiters* weiss, stets kürzer als die äussere. Am auffallendsten ist das Verhältniss am Hamulus, wo die äussere Faser 0,098 Mm., die innere 0,0855 Mm. lang ist, an der Radix ist das Verhalten weniger auffallend. Das findet seinen Grund darin, dass die Spannweite des Bogens am Hamulus, die Dicke der Fasern selbst nicht in Rechnung gezogen, 0,085, an der Radix dagegen nur 0,019 Mm. beträgt, also an letzterem Orte beide Fasern fast einander parallel verlaufen. Sie sind hier 0,048 Mm. lang.

Die innere Faser trägt nach rückwärts auch beim Menschen die von *Deiters*[1]) als untere Bögen der Pars membranosa bezeichneten Bildungen Fig 18 *A*, doch sah ich diese Bögen nie ganz geschlossen. Es scheint mir die Bildung sich so zu erklären, dass man annimmt, es bilde die je zweien Bogenfasern anliegende *Deiters*'sche Stäbchenzelle sich ein eigenes kleines Grübchen, wodurch es also kommen muss, dass die eine Faser an ihrer linken, die zweite an ihrer rechten Seite eine vorspringende Ecke hat.

Die Platte der inneren Faser stellt sich beim Menschen in sehr auffälliger Weise winkelig gegen die Membrana reticularis (Fig. 14) in der Art, dass sie noch zu der schiefen Ebene, die aus dem Sulcus auf die Höhe der Papille leitet, beiträgt. Dies Verhalten war in der Radix und ersten Windung sowie beim Ochsen weniger auffallend. Von der äusseren

1) L. c. S. 45.

Bogenfaser ist nur zu erwähnen, dass ihr Ansatz an der Radix in sofern eigenthümlich erscheint, als es, aus später zu erwähnenden Gründen, hier weit klotziger und stärker peripher vorspringend ist, als in den übrigen Theilen der Schnecke.

Die Kerne, welche gewöhnlich an den Ansatzstellen der Bogenfasern liegen, halte ich, wie *Kölliker*, für wesentliche Bestandtheile der Fasern selbst. Die Kerne liegen, wie schon *Schultze*[1]) angiebt, in einer Zelle Fig. 14. Diese zieht sich ganz an den Bögen in die Höhe und namentlich diejenige der inneren Faser überkleidet auch noch ganz die Membrana basilaris unter dem Bogen Fig. 18 *A*. Es gehören diese Zellen auf das engste zu den Fasern, weil sie dieselben in ihrem inneren als verdichtete Schicht bilden, sogar noch beim Neugeborenen geht eine Anbildung der äusseren Fasern am Hamulus weiter. Die Lage der Kerne ist in der Regel zwar im Winkel zwischen Faser und Membr. basilaris, doch scheinen sie wandern zu können, da man sie hin und wieder auch auf der Membr. basilaris oder häufiger höher am Bogen Fig. 18 *A* liegen sieht. Hebt sich an solchen Stellen auch noch die Membran der Zelle ab, so erscheint leicht das Ansehen einer hier liegenden weiteren Zelle. Ich glaube, dass zum Theil dieser Fall *Deiters*[2]) veranlasst hat Ganglienzellen innerhalb der Bögen anzunehmen, wenigstens habe ich mich dadurch lange Zeit zu derselben Annahme bewegen lassen.

In der Auffassung der Haarzellen von *Deiters* glaube ich einen Fortschritt gemacht zu haben. Sie beginnen bekanntlich mit verbreiterten Enden (Fig. 21 *B c*), welche in radiärer Richtung sehr dicht auf einander folgen, und steigen dann zu einer Faser verdünnt nach oben, dem Zellenkörper zu. Beim Kaninchen gehen auch wohl zwei solche Fasern an eine Zelle. Sie erscheinen bei genauerem Zusehen unregelmässig begrenzt und mit jener feinen Körnermasse (Netzwerk) umgeben, die von den Cylinderzellen der Regio olfactoria und den Radiärfasern der Retina bekannt sind. Gewisse longitudinale Nervenfasern hängen den Haarzellen eng an.

Als oberes Ende dieser Zellen sind die Phalangen der Lamina reticularis zu betrachten. Dass die Haarzellen in der That mit diesen verbunden sind, ist schon zur Genüge durch *Deiters* bewiesen. Beim Ochsen hat sich die Verbindung des Zellenkörpers mit dem Ende ausserordentlich verfeinert und selbstständig gemacht, deshalb mag es kommen, dass hier die Membr. reticularis sich so leicht darstellen lässt; beim Menschen und manchen anderen Thieren sind die Phalangen bei weitem nicht so selbstständig ausgebildet. Am Hamulus des Neugeborenen ist sogar die Phalange gegen die Haarzelle gar nicht scharf abgesetzt, so dass sich hier schon der wahre Sachverhalt leicht

1) Archiv f. Anatomie 1858. S. 372.
2) Untersuchungen 102.

erkennen lässt[1]). (Fig. 14 c). Ich komme noch bei der Entwickelung auf diesen Gegenstand zurück.

Der periphere Theil der Papille wird durch die Stützzellen gebildet, Elemente die, wo sie beobachtet sind, doch nur mit den *Claudius*'schen Zellen zusammengeworfen wurden. Sie sind am Hamulus ausserordentlich stark entwickelt (Fig. 14. 17. 19 *e*) und umgrenzen hier auch das Ende der Papille; aber auch noch an der Radix lassen sie sich nachweisen, wo sie freilich nur noch einen schmalen äusseren Streifen des Hörwulstes bilden. Ihren grossen runden Kernen und ihrem hellen Inneren nach stimmen sie mit den *Claudius*'schen Zellen überein, so dass es nicht zu verwundern ist wenn man sie, von oben her sehend, mit diesen verwechselt hat. An Querschnitten erweisen sie sich charakteristisch genug als gestreckte, unregelmässig cylindrische Zellen, die sehr fest an einander geschmiegt sind. Ihre Function scheint mir unmassgeblich die zu sein, der Papille als Stütze zu dienen, im Gegensatz zu Bogenfasern und Haarzellen, die sehr leicht sich niederdrücken lassen.

Von allen Zellen der Schnecke stehen die Stäbchenzellen mit der Schallempfindung in nächstem Zusammenhang, daran, glaube ich, wird Niemand zweifeln wollen. Diese Bildungen sind schon von *Corti* beobachtet und jetzt, wie ich denke, schon ganz gut gekannt.

Es tragen diese Zellen, deren in zweiter und dritter Windung mehr wie 4 zu sein scheinen, auf ihrer freien Fläche Stäbchen, die, in grosser Zahl fast an die Retina erinnernd (Fig. 21) über die Membr. reticularis vorragen.

Diese Stäbchen sind wohl zuerst von *Leydig*[2]) gesehen, darauf von *Deiters* aufgefunden und nun von *Kölliker* ihrem Verhalten nach genau erforscht. Erst durch die letztere Arbeit ward mir die grosse Bedeutsamkeit dieser Bildungen klar. Ueber die Beschaffenheit der gegen Cr resistenten Stäbchen geben die Abbildungen genügenden Aufschluss. Die hinterste Stäbchenzelle (Fig. 14. 17. 18 *d*), die *Deiters* entdeckt hat, schien mir immer besonders lange Stäbchen zu tragen, zugleich aber auch an ihrer Oberfläche vorzugsweise verletzbar zu sein, da gerade hier sehr gewöhnlich Inhaltstropfen vortreten (Fig. 17. 19 *d'*).

Es ist schon von *Deiters* das wichtige Verhalten dargethan worden, dass die Stäbchen auf einer Platte (dem verdickten Zellsaum) aufruhen und oft, während die entsprechende Zelle scheinbar unverletzt umherschwimmt, in den Löchern der Membr. reticularis zurück bleiben. Letzteres Verhalten war bei meinen Präparaten überwiegend häufig. Die Zellen selbst sind beim Menschen rundlich (Fig. 18 *B*, a. u. *C*), beim Ochsen sehr deutlich langgestreckt, wo sie fast das darunter hin laufende

1) Die äusserste Haarzelle setzt sich an die äussere Platte der Lamina reticularis (*Kölliker*'s Handb. Fig. 395 *p*) fest; weitere Fortsätze der Lamina zwischen die Stützzellen finde ich nicht.

2) Histologie S. 263.

longitudinale Nervenbündel berühren (Fig. 17 *C*). Sie imbibiren sich stark mit Karmin, aber die Stäbchenzelle der Bogen in ganz anderem Maasse wie die *Corti*'schen Zellen. Dies Verhalten ist mit Rücksicht auf Zapfen und Stäbchen der Retina nicht uninteressant. Dem Ende der Stäbchenzellen habe ich nicht besonders nachgespürt, weil meiner Ueberzeugung nach noch nicht genügende Resultate hier zu erzielen sind. Man hat nicht so selten Gelegenheit, variköse Fäserchen an die Zellen herantreten zu sehen, aber man kann nicht entscheiden, ob dieselben an der Zelle ankleben, an ihr in die Höhe laufen oder in sie hineingehen. Die bekannten Stiele der Zellen färben sich in Karmin wenig und scheinen wie die Nerven einen halbflüssigen Inhalt zu haben, mit den Haarzellen habe ich sie nie in Verbindung gesehen. Auffallend ist, dass die Zellen recht oft an ihrem unteren Ende verletzt sind (Fig. 18 *c*). Es spricht eigentlich Vieles dafür, dass die Stäbchenzellen selbst wirklich die Endapparate der Nerven sind.

Die Entwickelung der Papilla spiralis hat *Kölliker* [1]) schon recht vollständig erkannt und beschrieben, die Zeichnungen glaubte ich etwas vervollständigen zu dürfen. Nach ihm finden sich zunächst an der betreffenden Stelle eine Anzahl langgestreckter, von den Elementen des Sulcus durchaus abweichend gebauter Zellen; aus den beiden inneren werden die beiden Bogenfasern, aus den übrigen die *Corti*'schen, die Haarzellen und »die grösseren hellen Pflasterzellen, die nach *Corti*'s Entdeckung die Zona pectinata bekleiden«. Die Entwickelung der Haarzellen (Fig. 22 *E e*) geschieht, wie ich finde, so, dass die ursprünglich cylindrischen Gebilde sich namentlich nach oben zu verschmälern und gestielt in die Phalangen übergehen.

Entgegen *Kölliker*, der bereits die Beziehungen zwischen Haarzellen und Phalangen erwägt, muss ich behaupten, dass die Membrana reticularis sich gleichzeitig mit den Bogenfasern bildet [2]). Ebenso muss ich in Abrede stellen dass, wie er will, die Membr. reticularis eine Cuticularbildung sei. Es könnte, was ich aber nicht zu beobachten vermochte, sich bei ihnen vielleicht um verdickte Basalsäume handeln, aber wenigstens müsste man dann viel eher die Stäbchen und Platten, welche die Löcher der Membrana reticularis auskleiden, als Cuticula bezeichnen; was ich übrigens für verkehrt halten würde. Die gefensterte Membran der Vogelschnecke ist gewiss nur das Analogon der Membrana Corti.

Die Stäbchenzellen, die schon beim 22 Cm. langen Rindsembryo eine höckerige Oberfläche haben (Fig. 15 *St*), verschmälern sich bei ihrer Ausbildung nach abwärts (Fig. 23 *D a*) so, dass sie hier gestielt werden. Es ist dieser Stiel, der, ebenso wie beim Erwachsenen, sich im Gegensatz

1) Handbuch S. 708.

2) Die Phalangen sind schon bei dem Rindsembryo von 22 Cm. deutlich entwickelt.

zur Zelle mit Karmin nur gelb färbt, von ganz anderem Aussehen wie jener der Haarzelle.

Die Stützzellen (Fig. 22 *Ef*) entwickeln sich einfach aus Verlängerung der pflasterförmigen Epithelzellen der Zona pectinata.

Die Entstehungsweise des Bogens ist in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerth, namentlich in Rücksicht der Lagerung der Membrana Corti. Wir haben gesehen, dass diese Haut die Cuticularschicht eines eigenen Organes ist, ich habe sie nie auf der unentwickelten Papille gefunden und *Kölliker*'s Figuren lassen gleichfalls nichts von solcher Lagerung erkennen: dennoch liegt sie später mit ihrem äusseren Theile auf den Stäbchen der Papille auf. Es fragt sich, wie ist es nur möglich, dass sie hierher gelagert wird? Dass die Zellen der Papille auch die Fähigkeit besitzen sollten das Gefüge der Membrana Corti zu bilden, ist, abgesehen von den erwähnten negativen Befunden, auf's äusserste unwahrscheinlich. In der That erklärt sich das Lagerungsverhältniss in anderer Weise.

Kölliker hat schon beschrieben, wie die Zellen, aus denen die Bogenfasern hervorgehen, im Anfange steil neben einander stehen, später aber mit ihrer Grundfläche auseinander rücken, was nach ihm »von einem Längenwachsthum (?) der Zellen selbst oder ihrer Grundlage, der Membrana basilaris, abhängen kann«. Dies Auseinanderrücken nun ist ein gar eigenthümlicher, tendentiöser Process, der im höchsten Grade meine Bewunderung erregt hat; durch ihn nämlich gelangt die Papille erst unter die Membrana Corti.

Um das zu verstehen ist zunächst ein eigenthümliches Verhalten des Nerven hervorzuheben. Der Durchtritt desselben durch die Löcher der Habenula perforata liegt nämlich, wie man schon Fig. 15 sieht, in den früheren Perioden sehr weit von der inneren Bogenzelle entfernt[1], beim Erwachsenen steht die innere Bogenfaser aber unmittelbar vor dieser Stelle. Die Lagerungsveränderung, die also zu geschehen hat, könnte auf zwei Weisen bewirkt werden, durch Verlegung des Nervendurchtritts weiter nach aussen oder durch Verrückung der Bogenfaser weiter nach innen (resp. durch beides zugleich). Nun ergeben die Messungen das sehr bemerkenswerthe Verhalten, dass der Abstand von dem Scheitel des Sulcus bis zum Durchtritt des Nerven bei einem 30 Cm. langen Rindsembryo und dem ausgewachsenen Ochsen an den identischen Stellen durchaus dasselbe ist, während die Breitenverhältnisse der übrigen Membrana basilaris noch nicht entsprechen. Es verschiebt sich demnach der Nervendurchtritt nicht, die innere Bogenfaser hat einseitig die Locomotion zu machen.

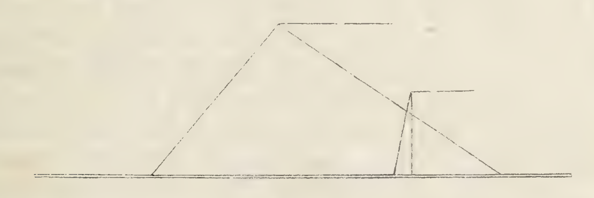
Die Maasse konnten beim Ochsen an Flächenansichten genommen

1) Es stimmt dies zwar nicht genau mit *Kölliker*'s Fig. 388 (im Handbuch) überein, ich habe dasselbe aber nicht blos an vielen Schnitten, sondern auch an zwei verschiedenen Embryonen so unzweifelhaft gesehen, dass ich meiner Angabe sicher bin.

werden, beim Embryo gewann ich sie nur von Querschnitten. Jedoch bei meiner Methode diese anzufertigen, weiche ich selbst am Hamulus bei weitem nicht soviel von der Radiärrichtung ab, um eine Verlängerung der Maasse über $^1/_{13}$ zu bekommen. Es fand sich, dass beim Ochsen die Entfernung des Scheitels des Sulcus von dem Nervendurchtritt 0,255 Mm. beträgt, während sie beim Embryo an derselben Stelle 0,255—0,274 Mm. war. Ich darf wohl sagen, dass mich diese Gleichheit der Maasse höchlichst überrascht hat.

Da also die Löcher der Habenula perforata als Punctum fixum zu betrachten sind, kann man von dort aus die Verrückung der Bogenfasern am sichersten ergründen. Von diesem Punkt ist der Abstand der äusseren Kante der äusseren Bogenfaser am Hamulus
beim Ochsen . . . . . 0,168 Mm.
beim Embryo . . . . . 0,1313 ,, also hat sich hier die äussere
Bogenfaser noch um . . 0,0367 ,, nach aussen zu verschieben.

Aber die Löcher der Habenula sind von der äusseren Kante der inneren Faser
beim Ochsen . . . . . 0,011 Mm. entfernt,
während beim Embryo . 0,106 ,, die Entfernung beträgt. Also muss
die innere Faser sich um 0,095 ,, nach innen zu verschieben, es wird folglich, wie sich auch leicht aus dem beistehenden Schema ergiebt, die Spitze des Bogens, und mit ihm die Lamina reticularis nach innen rücken müssen.



Es soll das kleinere Dreieck den Bogen des Embryo, das grössere den des Erwachsenen darstellen.

Ist aber die Verrückung der Lamina reticularis ausreichend? Diese hat am Hamulus des Ochsen von der inneren Bogenfaser bis zur äussersten *Corti*'schen Zelle (inclusive) gemessen etwa 0,075 Mm. Breite, um so viel muss also auch die Spitze des Bogens nach einwärts verschoben werden. Um diese grosse Verrückung zu erreichen tragen noch weitere Verhältnisse bei. Zunächst ist zu erwähnen, dass die Embryonalzellen ein wenig nach aussen geneigt sind (Fig. 22 *C*), jedoch ist das vielleicht unwichtig; es wächst ferner aber mit der Verschiebung der Zellen gleichzeitig ihre Höhe über die Membrana basilaris und zwar um das Doppelte 0,049 auf 0,094 Mm. Ein einfaches Höhenwachsthum würde allerdings

die Verschiebung nicht verstärken, sehr wirksam aber wird es, sobald, wie es ja in der That der Fall ist, die innere Faser kürzer bleibt wie die äussere; damit wird, wie man in dem Schema sieht, eine ausreichende Verschiebung der Lamina leicht erreicht. Man könnte glauben, dass das Höhenwachsthum seinerseits eine Verlängerung der Membr. Corti erforderte, wenn man jedoch meine Fig. 15, namentlich aber die von *Kölliker*[1]) vergleicht, wird man eher das Gegentheil annehmen wollen.

Uebrigens hat der ganze Vorgang in Wirklichkeit nichts paradoxes. Während die innere Zelle ursprünglich keine besonders breite Basis hat (Fig. 15 und *Kölliker*'s Fig. 388), verbreitert sich diese später nach rückwärts zu (Fig. 22 *C*) und streckt sich allmählich bis zu den Löchern der Habenula hin. Allerdings vergrössert sich der Körper der Zeile nicht in demselben Maasse wie die Basis, sondern steht namentlich nur dem centralen Rande jener auf, nichtsdestoweniger überzieht die innere Bogenzelle doch das ganze Leben hindurch den grössten Theil der Membrana basilaris unter dem Bogen (Fig. 18 *A*).

Die Verrückung der Zelle erleidet nun, je nach dem Ort, an welchem sie in der Schnecke steht, gewisse Modificationen. Es ward schon oben erwähnt, dass an der Radix der Bogen sehr steil und der Fuss der äusseren Bogenfaser sehr klotzig sei. Während hier nämlich die sich entgegenstehenden Kanten der Bogenfasern nur 0,01875 Mm. von einander entfernt stehen (am Hamulus 0,094 Mm.), misst die Basis der inneren Bogenfaser 0,03, dagegen die der äusseren 0,0375 Mm.; ein relatives Verhältniss, welches dem vom Hamulus gerade entgegengesetzt ist. Da nun hinzukommt, dass die äussere Bogenfaser selbst nicht wie gewöhnlich ganz an der äusseren Grenze ihrer Zelle aufsteht, sondern vielmehr mitten in ihr wurzelt, so schliesse ich ziemlich unbedenklich, dass hier nicht bloss die äussere Zelle nicht nach aussen vorgerückt sei, sondern im Gegentheil selbst noch nach innen rückte um die Lamina reticularis gehörig unter Dach zu bringen. Es fand sich dies Verhalten nur unmittelbar an der Radix, in den mittleren Windungen wird wahrscheinlich die äussere Zelle unverrückt stehen bleiben.

Epithel der Zona pectinata. Fig. 14. 15 *a'*.

Von diesen Zellen ist nichts besonderes zu bemerken, sie bieten das Bild der *Claudius*'schen Zellen und sind beim Menschen zuweilen sehr körnig (Fig. 19 *a'*). Nach aussen zu gehen sie in die Zellen, welche das Lig. spirale decken, über, und werden dabei, wie schon *Deiters* zeichnet, cylindrisch bis zum Vas prominens hin. Am Hamulus stehen sie in Continuität mit den Zellen des Sulcus; wie sich hier beim Embryo das Verhältniss gestaltet, habe ich nicht untersucht.

1) Handb. Fig. 388.

Stria vascularis.

Dies Gewebe beginnt an der Radix mit scharfer Grenze (Fig. 1 *d*) und endet am Hamulus eben so scharf, gerade dem Ende der Papille gegenüber (Fig. 2 *B d*). Das ganze Gebilde begrenzt sich genau und lässt sich leicht in continuo abziehen, dann aber sind die Blutgefässe mit darin geblieben. Die Epithelzellen hängen letzteren fest an und das eigenthümliche Aussehen des Lig. spirale der Embryonen unter ihnen (Fig. 15), welches, wie *Kölliker* bemerkt, sehr an Knorpel erinnert, allerdings aber kein Knorpel ist, scheint mir mit dieser festen Adhaerenz in Zusammenhang zu stehen. Es rührt, wie ich glaube, von kernhaltigen Ausläufern der Epithelzellen her, die dann auf solche Weise die Gefässe umspinnen würden. Dass letztere tief in das Epithel hineinragen, ist ganz gewiss, und von *Kölliker* schon hervorgehoben. Die Formen der Zellen sind sehr buchtig und zackig, eine ganz klare Einsicht in ihre Verhältnisse konnte ich leider nicht gewinnen.

Membrana Corti.

Schon mehrfach habe ich dieser Bildung Erwähnung gethan, jedoch muss ich noch einmal ein Gesammtbild von ihr und ihren Verhältnissen zu entwerfen versuchen [1]).

Die Membran ist von weicher, fast schleimiger Beschaffenheit, doch leistet sie dem Versuche sie zu zerreissen einigen Widerstand. *Corti*, der die Membran überraschend richtig beschrieben hat, giebt [2]) an, dass sie sehr stark und resistent sei; eine methodische Prüfung der Consistenz wäre jedenfalls sehr zu wünschen. Die Membran wird durch Reagentien, z. B. durch Salzsäure selbst noch nach der Erhärtung zu starker Quellung gebracht. Man darf somit nach Anwendung jener Säure nicht erwarten sie gehörig in situ zu finden. Da sie sich in Fasern spalten lässt, haben wir wohl Fibrillen und eine Zwischensubstanz an ihr zu unterscheiden. Auf dem Theil der Membran, welcher den Zähnen aufliegt, findet man netzförmige Auflagerungen, die jedoch späteren Datums wie die fibrilläre Schicht sind (Fig. 23 *a*). Die kleinen Anhänge *c*, die sich zuweilen am äusseren Rande der Membrana Corti finden, welche diejenigen zu sein scheinen, welche *Böttcher* in einer allerdings nicht meinen

1) Es ist, wie ich bemerken muss, meine Schilderung der Membran abweichend von der aller früheren Autoren mit Ausnahme *Corti's*. Ich glaube jedoch, dass keiner derselben ohne erneute Untersuchungen seine betreffenden Angaben aufrecht erhalten wird, und halte es daher mit der Hochachtung, die ich diesen Autoren schulde, für vereinbar, dass ich die betreffenden Angaben nicht besonders hier vorführe. Fördersam für die Sache würde meine Kritik doch nicht sein.

2) L. c. Anmerk. 34.

Präparaten entsprechenden Weise zeichnete, könnten wohl von denjenigen Zellen des Sulcus gebildet sein, welche zwischen den *Deiters*'schen Zellen ihren Sitz haben. Ein wirkliches Netzwerk, wie *Deiters* zeichnet, sah ich hier nie.

Ueber die Formverhältnisse der Membran hat *Corti*[1]) bereits sehr genaue Angaben. Er theilt sie in 4 kleine Zonen, die durch der Länge nach verlaufende Linien von einander zu scheiden sind. Ich beobachtete dieselben, ohne mich der *Corti*'schen Angaben zu erinnern, so dass ihre Realität, trotz häufig geringer Ausbildung nicht in Zweifel zu ziehen ist. Sie beruhen, die stärkste auf dem Uebergang der Membran von den Zähnen in den Sulcus hinein, ferner die schwächste auf der Knickung an der Stelle wo die Membran die schiefe Ebene zur Papille hinansteigt, und endlich auf der Knickung und Vorragung, welche die Membran von dem Winkel auf der Platte der inneren Bogenfaser an macht. Die Eintheilung *Corti*'s hätte zwar wohl ihren Nutzen haben können, doch glaube ich, dass wir sie nun als auf nebensächlichen Verhältnissen begründet fallen lassen können. Hinsichtlich der Dickenangaben stimmen meine Erfahrungen nicht ganz mit denen *Corti*'s überein, der namentlich im Sulcus die Membran allmählich dünner werden lässt.

Dass der Theil, welcher auf den Zähnen liegt, im Verhältniss zu dem des Sulcus ein sehr dünner ist, ist sicher; im übrigen müssen wir uns hüten zu sehr zu verallgemeinern. Nicht nur bei den verschiedenen Thieren ist die Dicke der Membran je nach der Höhe der Zähne und der Papille oder der Dicke des Epithels des Sulcus verschieden, sondern auch in derselben Schnecke je nach den verschiedenen Orten. Ich habe mit äusserster Vorsicht einen mikroskopisch brauchbaren Durchschnitt durch die erste Windung der frischen Schnecke eines Ochsen gemacht (ohne Säuren!) und war überrascht über den gewaltigen Cylinder, den der Theil der Membran, welcher den Sulcus hier ausfüllt, bildet. Die Proportion wird durch die Dicke der Membran im Holzschnitt bei *k* noch kaum erreicht[2]). Für den Menschen werden Fig. 4 u. 24 genügenden Aufschluss geben. Es scheint hier die Membran ziemlich dünn, doch meine ich, dass sie frisch etwas dicker ist.

Am Hamulus und der Radix endet sie etwas zugespitzt und ausgezackt (Fig. 23), übrigens entspricht ihr Ende hier genau demjenigen der Zähne und der Papille.

Die Breitendimensionen der Membran wachsen, wie schon *Corti* weiss, nach dem Hamulus zu; die centrale Kante liegt an der Ursprungslinie der Membrana Reissneri, nur beim Schwein erstreckt sie sich noch etwa eine Zellenbreite an jenem Häutchen in die Höhe. Wenn man die

1) L. c. S. 124.

2) In der ersten Windung findet sich beim Ochsen ein Anhang an den mittleren Theil der *Corti*'schen Haut, der im Bau an die gefensterte Haut der Vogelschnecke erinnert, sein näheres Verhalten blieb mir räthselhaft.

Quermaasse von identischen Stücken der Membr. Corti einerseits, der noch mit den Zellen bekleideten Lamina spiralis von der Abgangslinie der *Reissner*'schen Haut andererseits vergleicht, was praktisch leicht und sicher sich ausführen lässt, so findet man, wie weit die *Corti*'sche Haut nach aussen reicht. Die Maasse vom erwachsenen Menschen ergaben stets, dass die Haut nur genau bis zur äusseren *Corti*'schen Zelle (inclusive) geht. *Corti*'s Maasse treffen in dieser Hinsicht nicht zu, aber er kannte auch die innere Begrenzung der Membran nicht.

Die Art unserer Maassbestimmung leidet übrigens auch an einem Fehler. Wenn nämlich das breite Ende der Membran, das man in Fig. 24 sieht und bis wohin man stets die freiliegende Membran messen wird, sich selbst etwa noch auf die Papille auflegte, wie das nach Fig. 4 den Anschein hat, so würde die *Corti*'sche Haut doch etwa bis an die Stützzellen herangehen.

Wie dem auch sei, dass die Membrana Corti von den Zähnen auf der unteren Wand des Sulcus fixirt nach aussen **frei auf den Stäbchen der Lamina reticularis ruht**, ist in so vielen Richtungen wahr befunden, dass dies Lagerungsverhältniss als fundamental für weitere Forschungen zu erachten ist [1].

[1] Ich widerstehe der Versuchung nicht, hier meine Gedanken über die Weise der Tonempfindung in Umrissen darzulegen. Ich halte sie zwar nicht für glücklich und correct genug, um erheblichen Werth zu beanspruchen, aber sie bieten doch einen gewissen, wenn gleich nur scheinbaren Abschluss, der auch dem Leser erwünscht zu sein pflegt.

Durch *Claudius* (über das Gehörorgan der Cetaceen, Kiel 1858) ist es schon betont worden, dass für die Schnecke das Tympanum secundarium den Zuleitungsapparat der Töne bilde. Die Lage der für die kürzesten Schallwellen bestimmten Radix genau vor dem runden Fenster, die continuirliche Breitenzunahme der Membrana basilaris, die Zartheit derselben unter der Papille waren Gründe, die mich zwangen der Ansicht von *Claudius*, der ich, ohne besondere Gründe freilich, nicht geneigt war, beizutreten. Wenn Abschnitte der Basilarmembran durch, ihren Breitenverhältnissen entsprechende, Töne in Transversalschwingungen kommen, wird nothwendig die Papille sich entsprechend bewegen. Die Membrana Corti dagegen kann von der Schwingung nicht berührt werden, denn sie ruht nur denjenigen Zellen direct auf, die sich auf die Lamina ossea stützen. Es werden also die Stäbchen lockerer oder fester (zuerst die der äusseren Zelle?) trotz ihrer schwachen, fast federnden Unterlage gegen die Masse der *Corti*'schen Membran gepresst werden. Es fragt sich aber weiter, namentlich meinen Erfahrungen an Krebsen gegenüber, wie durch das Anpressen oder Entlasten der Stäbchen eine Empfindung erzeugt werden kann. In dieser Beziehung ist an das auffallende Verhalten der *Corti*'schen Zellen zu erinnern, die so leicht aus der Lamina reticularis sich scheinbar intact loslösen und doch dabei ihre Endplatte mit den Stäbchen darauf in der Lamina zurücklassen. Diese Endplatte scheint demnach so selbstständig zu sein, dass sie auf den Inhalt der unterliegenden Zelle einen Druck ausüben kann. Ist nun die *Corti*'sche Zelle eine Endganglie, so ist zuzugeben, dass die wechselnde Spannung ihres Inhaltes zu einer Empfindung Anlass geben kann.

Die Nerven.

Wie bereits erwähnt, habe ich die Nerven einer besonderen Untersuchung nicht unterzogen, doch Einiges ist immerhin mitzutheilen. Den Durchtritt der Nerven durch die Löcher der Habenula perforata habe ich oft beobachtet, er ist besonders stark bei Embryonen (Fig. 15). Beim Kinde meinte ich mehrere Male variköse Fasern von da bis zur *Deiters*'schen Stäbchenzelle verfolgen zu können, aber ganz klar war das Bild nicht.

Die longitudinalen (*Deiters* quere) Fasern sind bereits von *Kölliker* beim Menschen beobachtet. Sie isoliren sich ziemlich leicht auf längere Strecken und dann gehen häufig variköse Fäserchen von ihnen ab. Dass die Stämme aber selbst aus solchen bestehen, lässt sich nicht erkennen, sondern ihr Ansehen erinnert vielmehr an die molekuläre Schicht der Retina. Sie sind ziemlich elastisch und verdicken sich daher etwas an den Schnitträndern, so dass die Querschnitte, die man in Fig. 14 *g* sieht, ein klein wenig dicker wie der wirkliche Durchmesser des Stammes erscheinen.

Von der Anwesenheit der von *Deiters* geschilderten Ganglienzellen kann ich mich, abgesehen von den Zellen der Bogenfasern selbst, nicht überzeugen. Ich sehe zwar, dass die Fig. 31 von *Deiters* correct ist mit Ausnahme der Kerne, die ich nicht immer finde, aber die betreffenden Bilder sind nie so scharf, dass die Rolle, welche Cytoplasma-Anhäufungen und die Grenzlinien der Bogenfaserzellen dabei spielen, genügend zu erkennen ist. Ich kann die Anwesenheit der Ganglienzellen nicht negiren, halte sie aber für noch nicht genügend demonstrirt.

Die longitudinal verlaufenden Fasern und die Zellen mit varikösen Ausläufern, welche auf der Vestibularseite der Membrana basilaris von *M. Schultze* entdeckt sind, müssen noch besprochen werden. Sie bilden eine, namentlich am Hamulus dickere Schicht (Fig. 14 *f*), die auch auf die Fläche des Lig. spirale sich erstreckt (Fig. 8 *a*). Ich muss *Kölliker* darin beipflichten, dass die Varikositäten, welche sich in ausgezeichneter Weise hier finden (Fig. 25), für die nervöse Natur solcher Fasern nicht beweisend sind. Unsere Zellen gehen aus dem Gallertgewebe hervor und gerade die Zellen dieses zeigen häufig an ihren langen Ausläufern die schönsten spindelförmigen Varikositäten. Aber andererseits ist dies Stratum so ausgezeichnet und die Fasern strecken sich so sehr in die Länge, dass man sie doch immer wieder für Nerven halten möchte. Wenn man bedenkt, dass *Böttcher* Löcher in der Habenula pectinata gesehen hat und dass er und *Deiters* Faden und Ausläufer jener Zellen beobachteten, welche die Membran durchsetzen, und die auch ich vom Pferde wahrnahm (Fig. 13 *i*), so wird man nicht umhin können der ganzen Schicht eine grössere Bedeutung beizulegen. Ich habe mehrfach Präparate gehabt, in denen variköse Fäserchen von den Enden des Nerv.

cochleae abgingen und unter diese längsverlaufenden Fasern sich mischten, ein gleiches hat schon *Böttcher* gesehen; am leichtesten erkennt man ein solches Verhalten am Hamulus des Menschen, hier aber findet sich der merkwürdige Fall, dass die Fasern und Zellen sich bis zur Spitze des Hamulus fortsetzen. Es lag nahe deshalb an einen etwa hier oder im Lig. spirale liegenden Accommodationsapparat zu denken, aber ich habe nichts dergleichen auffinden können.

Untersuchungsmethode.

Früher habe ich öfter die Schnecke frisch untersucht, jetzt geschah das nur ausnahmsweise. Die Lösung von Kali bichromicum und Natron sulphuricum aa. $1\frac{1}{2}$ % mit etwas Chromsäure, wie *H. Müller* angegeben hat, leistete mir die besten Dienste für die Erhärtung. Stets sorgte ich für freien Zutritt der Flüssigkeit zur Schnecke, mindestens durch Entfernung des Stapes. Starke Erhärtungsgrade, für die mindestens $\frac{1}{4}$ Jahr erforderlich ist, erwiesen sich, wie ich in Uebereinstimmung mit *Kölliker* finde, am brauchbarsten. An solchen Schnecken erhält sich bei der Herausnahme des Schneckencanals Alles ziemlich in Lage; um aber die Lagerungsverhältnisse sicher zu bewahren, empfiehlt sich das folgende, für Fixirung der *Corti*'schen Membran unentbehrliche Verfahren. Ich injicire durch einen Einstich in das Tympanum secundarium ziemlich concentrirten Leim (Gelatine lainé!), dessen Anwendung ja schon *Böttcher* empfiehlt, in die Scala tympani, und zwar so lange, bis er aus dem Vestibulum wieder abfliesst. Der Leim pflegt, wenn die Schnecke nicht zu kalt war, auch in den Canalis cochlearis zu transsudiren. Nach der festen Gerinnung löse ich mit einem harten Messer die äussere Wand der Schnecke in grösserer oder geringerer Ausdehnung ab, was natürlich bequemer bei jugendlichen Schnecken geht, sorge dabei aber, dass das Ligamentum spirale nicht mit fortgenommen wird. Mit dem nunmehr frei liegenden Leimguss der Schnecke kann man bequem den Canalis cochlearis herausnehmen und nach Belieben verwenden. Will man einen Querschnitt wie Fig. 4 von allen Theilen in situ haben, so legt man den Guss auf eine Unterlage in einen weiteren Tropfen concentrirten Leims und lässt das Ganze ein wenig austrocknen; worauf man mit dem Rasirmesser aus freier Hand Querschnitte nach Belieben gewinnen kann. Gegen diese Methode lässt sich, abgesehen von dem Uebelstande des Austrocknens, einwenden, dass durch den Leim vielleicht die Membrana Corti gegen das Epithel der Sulcus angedrängt werde. Da jedoch ein Theil des Leimes neben dem Einstichpunkt zurückquellen kann, wird der andere, nachdem er das Helikotremma erreicht hat, unter so geringem Druck stehen müssen, dass der mit Endolymphe gefüllte Schneckencanal nicht darunter leiden kann. Es reisst nicht einmal die so äusserst zarte Membrana Reissneri!

Ich wende für die Präparation (an dem nur eben noch benetzten Object) stets ein pankratisches Ocular[1]) an, das durch ein Präparirmikroskop nicht ersetzt werden kann, weil es wichtig ist, das Präparat unbewegt liegen lassen zu können. Aus demselben Grunde benutze ich zur vorläufigen Untersuchung eine Linse, die zur Untersuchung ohne Deckglas accommodirt ist. Der schon anderweitig[2]) geschilderte Querschnitter lieferte mir alle Durchschnitte, die auf dem Objectträger gemacht werden können. Ich empfehle es für weitere Untersuchungen der Schnecke meine Präparationsmethode nicht zu verschmähen. Die Karminimbibition erweist sich oft hülfreich. Aufhellende Reagentien wende ich in der Regel nicht an. Gut erhärtete Präparate halten sich vollkommen in einer Lösung arseniger Säure, die *Harting* empfohlen hat.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXXII—XXXIV.

Fig. 1. Die Radix canalis cochlearis *a*, einer Frau, durch den Canalis reuniens; Cnl. reun mit dem Saccul. rotundus *b* noch in Verbindung, *c* die Nerven in der Lamina spiralis ossea. *Lg spr.*, Ligamentum spirale. *Str vscl.* Stria vascularis, deren Anfang bei *d* sich findet. *M. bslrs.* Membrana basilaris.

Fig. 2. Der Hamulus des Menschen. *A* von einer kindlichen Schnecke, das Ende ein wenig zerrissen von oben. *Hmls* knocherner Hamulus, die Bezeichnung steht im Helikotremma. *Lg. spr.* Ligamentum spirale. *M. Reiss.* Membrana Reissneri, welche aber schon losgelost ist. *Pyll. spr.* Papilla spiralis, auf der man bei *e* einen hellen Streifen, entsprechend der Lamina reticularis sieht. *a* Epithel von *Claudius* Zellen; *b* Nervus cochleae; *c* die Korpelleiste, die Zähne sind nicht eingestellt; *g* die obere Platte der Lamina ossea; *B* das Ende der Schnecke des Erwachsenen skizzirt, *Str. vscl.* Stria vascularis; *d* Ende derselben.

Fig. 3. Periost aus der Scala vestibuli des Ochsen abgeschält; *a* Knochen; *b* Kerne des Periost; *c* anastomosirende Fasern.

Fig. 4. Durchschnitt der Scala media aus Leim von einem Kinde. Ende der ersten Windung. Man sieht die Membrana Corti in Lage auf der Papilla spiralis, doch hat sie sich aus dem etwas niedergedrückten Sulcus spiralis herausgezogen. *a* Epithel der Zona pectinata; *b* Nerv. cochleae; *c* das Stratum auf der tympanalen Seite der Membrana basilaris.

Fig. 5. Membrana Reissneri vom erwachsenen Menschen *A* bei kleiner Vergrösserung zeigt die runden Kerne, welche den Epithelzellen angehören und die ovalen, die in der Bindegewebsschicht liegen; *B* zeigt die Contouren der Epithelzellen, in denen körnige Massen abgelagert waren.

Fig. 6. Querschnitt der Lamina spiralis ossea des Pferdes, um die Knorpelleiste zu zeigen *a* der Nerv; *b* der Spindelknorpel; *c* Epithel desselben (Zähne); *d* Gefäss im Knorpel; *e* Lamina spiral. ossea. *Cr. Reissn.* Crista Reissneri. *Slc. spr.* Sulcus spiralis.

1) Von Opticus *Schröder* in Hamburg.

2) Studien über das Gehörorgan der Decapoden; diese Zeitschrift XIII. Bd. Hft. III.

Fig. 7. Membrana basilaris von einem 30 Cm. langen Rindsembryo von der Fläche gesehen. Karminpräparat. *a* Zona pectinata; *b* Kerne derselben, hin und wieder von einer fadenförmig ausgezogenen Zelle umgeben; *c* Vas spirale; *d* eine besondere Scheide desselben.

Fig. 8. Das Ligamentum spirale des Menschen im Querschnitt, Karminpräparat in Canadabalsam. *a* variköse Fasern und Zellen; *b* oberer dichter Theil des Ligaments; *c* unterer lockerer Theil; *d* Vas prominens; *e* Epithel der Stria vascularis.

Fig. 9. Lockerer Theil des Ligamentum spirale des Menschen. Imbibirter Durchschnitt. Man sieht die Zellen mit den zahlreichen und verästelten Ausläufern, die sich an die Capillaren, welche reichlich in dem Gewebe sich zeigen, anheften. *d* Vas prominens. Das Epithel ist weggelassen.

Fig. 10. Zellen des Lig. spirale von einem 30 Cm. langen Rindsembryo mit Karmin imbibirt. *B* aus dem festen oberen, *A* aus dem unteren Theil genommen.

Fig. 11. Längsdurchschnitt durch die Zähne. *A* von einem Rindsembryo von 22 Cm.; *a* die Knorpelleiste; *b* die Epithelzellen; *c* die Substanz zwischen denselben, die Zähne; *B* vom erwachsenen Ochsen, die Bezeichnung dieselbe.

Fig. 12. Durchschnitt der Lamina spiralis des Menschen, dicht bei der Radix; *A* weiter von der Radix entfernt; *B* kaum $\frac{1}{2}$ Mm. vom Ende. *a* Die Zähne.

Fig. 13. Lamina spiralis des Pferdes im Durchschnitt, um die Zellen des Sulcus zu zeigen. *Cr. Reiss.* Crista Reissneri; *a* Nerv. cochleae; *b* Knorpelleiste; *c* Zellen der Zähne; *d* das Gefäss im Knorpel; *e* Lamina spiralis ossea; *f* Epithel des Sulcus, die punktirte Zelle war abgefallen und ist nach einem anderen Präparat eingetragen; *g* innere Bogenfaser; *i* durchbohrende Faser der varikösen Zellenschicht der Scala tympani.

Fig. 14. Durchschnitt der Schnecke des Rindes, Ende der 2. Windung. Für diese Zeichnung wurden 3 Querschnitte, welche von derselben Stelle, aus derselben Schnecke gemacht waren, benutzt, für die Hauptverhältnisse wurden die Maasse genau abgezirkelt. Die Membrana Corti lag nicht mehr auf den Schnitten, es schien jedoch richtig sie punktirt anzudeuten. *a* Epithel des Sulcus; *b* Nerv; *c* Haarzellen verbreitert in die Lamina reticularis übergehend; *d* *Deiters'* Zelle; *St* Stäbchen der *Corti*'schen Zellen; *e* Stützzellen; *a'* Zellen der Zona pectinata; *f* variköses Stratum; *g* Querschnitt der longitudinalen Nerven; *h* Knorpelleiste; *i* Ansatz der Membrana Reissneri; *k* Ende der Lamina spiralis ossea.

Fig. 15. Querschnitt der Lamina spiralis von einem Rindsembryo von 22 Cm. Ende der ersten Windung. *a* Epithel der Zona pectinata; *b* der Nerv; *b'* Durchtritt desselben durch die Löcher der Habenula perforata; *c* innere Bogenzelle. *St* Stäbchen auf der Papilla spiralis; *d* *Kölliker*'s Organ im Sulcus, am *Lg. spr.* (Ligamentum spirale) sieht man das knorpelähnliche Netzwerk.

Fig. 16. Längsschnitt des Organon Köllikeri. *a* Die freie Fläche desselben.

Fig. 17. Durchschnitt der Papilla spiralis vom Ochsen. *a* Epithel des Sulcus; *a'* der Zona pectinata; *b* Knorpelleiste; *c* *Corti*'sche Zellen; *d* *Deiters'* Zelle aus der bei *d'* Zelleninhalt hervorgequollen ist; *e* Stützzellen.

Fig. 18. Theile der Papilla spiralis des Menschen. *A* innere Bogenfaser, welche bei *a* die Stäbchenzelle trägt; *B* der Bogen, Mitte der ersten Windung, *a* *Corti*'sche Zellen; *b* Stiel der Haarzellen; *d* *Deiters'* Zelle, *C* isolirte *Corti*'sche Zelle, der hintere Theil etwas verletzt und die Inhaltsmasse vorgequollen.

Fig. 19. Ende der Papille am Hamulus des Menschen von oben. *a* Epithel der Zona pectinata; *b* Lamina reticularis; *c* *Corti*'sche Zellen; *d* *Deiters'* Zellen; *d'* Inhaltstropfen aus denselben; *e* Stützzellen.

Fig. 20. Die Figur ist nach den Maassen, welche die Membrana basilaris des Menschen ergiebt, so entworfen, dass man die Art der Breitenzunahme dieser Membran übersehen kann. Die Figur ist 5 mal vergrössert.

Fig. 21. Längsschnitt der Papilla spiralis des Kindes. *A* näher dem Bogen; *B* näher den Stützzellen; *a* Platte der inneren Bogenfaser; *b* äussere Bogenfaser; *c* Ende der Haarzellen; *St* Stäbchen.

Fig. 22. Theile der sich entwickelnden Papilla spiralis. Rindsembryo 30 Cm. Nähe des Hamulus. *A* Ein Stück der Papille von oben gesehen: *a* innere Bogenfasern; *b* oberes Ende der äusseren Bogenfasern; *c* Phalange; *B* dasselbe von unten gesehen; *c* *Corti*'sche Zellen; *C* der Bogen von der Seite: *a* innere, *b* äussere Bogenfaser; *c* *Corti*'sche Zelle; *d* Stiel einer Haarzelle; *g* Nerven im Querschnitt (?); *E* äusserer Theil derselben Papille; *e* Haarzelle; *f* Stützzellen.

Fig. 23. Membrana Corti vom Hamulus des Menschen: *a* innere Kante mit netzförmigen Auflagerungen; *b* das etwas zerfaserte Ende der Membran; *c* blasse Anhängsel an dem freien äusseren Rande.

Fig. 24. Durchschnitt der kindlichen Schnecke aus der 2. Windung. Membrana Corti im Querschnitt auf den Stäbchen ruhend, im Uebrigen nicht mehr in Lage. M. Reissneri und M. basilaris aussen abgeschnitten. Die erstere auf die Spiralpapille herabgesunken. *a* Der Nerv. cochleae.

Fig. 25. Variköse Fasern und Zellen von der tympanalen Seite der Membrana basilaris des Kindes. $KO2CrO_3$.

Beitrag zur Lehre von der Fortpflanzung der Insectenlarven.

Von

Nicolas Wagner,
Professor der Zoologie in Kasan.

Mit Taf. XXXV u. XXXVI.

Ich will ein einzelnes Factum, eine Phase aus der Metamorphose eines Insectes, dessen Stellung im Systeme mir bis jetzt unbekannt ist, mittheilen. Es erscheint mir aber dieses Factum für die allgemeinen Betrachtungen über Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Thiere so wichtig, dass ich mich entschliesse, die Arbeit, so unvollendet, wie sie ist, in die Welt zu schicken, in der Hoffnung, es werde später mir oder Andern möglich sein, die ganze Metamorphose der Larve, die mich beschäftigt hat, ab ovo ad imaginem zu verfolgen [1]).

1) Der Unterzeichnete ist dem Verfasser des obigen Aufsatzes wegen des verspäteten Erscheinens eine Erklärung schuldig, welche hiermit erfolgt.

Ich erhielt im Winter 1861 auf 1862 das Manuscript des betreffenden Aufsatzes mit einem Begleitschreiben des Verfassers vom 10. November aus Kasan, worin derselbe äusserte, dass das ihm unbekannte Insect, welches den Stoff zu der eingesendeten Abhandlung geliefert, sich vielleicht auch in Deutschland vorfinde, wodurch Gelegenheit gegeben wäre, dass sowohl die von ihm beobachtete merkwürdige Fortpflanzungsweise dieses Insectes von anderen bestätigt und vervollständigt, als auch die systematische Bestimmung dieses Insectes, welche ihm bis jetzt wegen Mangel an Literatur nicht möglich gewesen wäre, vorgenommen werden könnte. Ich habe mir bisher vergebens Mühe gegeben, in der Umgegend von München unter der Rinde von abgestorbenen Bäumen solche Insectenlarven aufzufinden, welche mit den von *Wagner* beschriebenen Larven irgend Aehnlichkeit gehabt. Ausserdem waren die Präparate, welche Herr *Wagner* mir gleichzeitig hatte zukommen lassen, gänzlich zertrümmert in meine Hände gelangt, so dass dieselben mir nicht, wie es der Verfasser obigen Aufsatzes gewünscht hatte, Gelegenheit geben konnten, mich von der Genauigkeit seiner Zeichnungen zu überzeugen. Auf diese Weise blieb mir nichts anderes übrig, als abzuwarten, bis mir Herr *Wagner* eine Mahnung zukommen liess, seine fast unglaublichen Entdeckungen zu veröffentlichen. Diese Mahnung erhielt ich dadurch, dass in diesem Sommer Herr Professor *de Filippi* mir aus Turin mittheilte: er habe bei seiner Rückkehr aus Persien Herrn *Wagner* in Kasan besucht

In der Umgegend von Kasan fand ich am 12. Aug. 1861 unter der Rinde einer abgestorbenen Ulme eine Gruppe von weisslichen Würmchen, die sich nicht bewegten. Unter dem Mikroskope erwiesen sich diese Würmchen als Larven von Gliederthieren, mit Fühlern und Tracheen, mit einem Worte, als Insectenlarven. Eine jede von ihnen war mit anderen Larven angefüllt.

Ich glaubte zuerst mit einem unter den Insecten so gewöhnlichen Falle von Parasitismus zu thun zu haben. Die Aehnlichkeit der eingeschlossenen Larven mit der einschliessenden, eine Aehnlichkeit die sich auf hauptsächliche äussere Kennzeichen erstreckte, führte mich aber bald zu dem Gedanken, dass ich es mit einer normalen Bildung, nicht aber mit einem pathologischen Falle zu thun habe. Auf der anderen Seite war es etwas zu ungewöhnlich anzunehmen, dass sich im Inneren einer Insectenlarve eine zweite Generation von Larven entwickeln könne, und nur nach langem Schwanken, und nach vielen Untersuchungen kam ich zu der von Beweisen gestützten Ueberzeugung, dass ich dennoch das Wahre getroffen habe. Diese Beweise sind folgende:

1. Es ist unmöglich anzunehmen, dass die Larve eines Parasiten in ihrer gesammten Organisation der Larve des Insectes, von dem sie sich nährt, ganz ähnlich sei.

2. Die Parasiten legen alle die Eier, die sich in einer bestimmten Insectenlarve finden, gleichzeitig und desshalb entwickeln sich auch alle diese Eier ganz gleichmässig; in dem Falle aber, den ich beobachtet habe, konnte ich zu ein und derselben Zeit alle die verschiedenen Entwickelungsstadien der vermeintlichen Parasitenlarve sehn.

3. Der Parasitismus ist eine zufällige Erscheinung, in den von mir beobachteten Larven hingegen fand ich in einem gewissen Alter ohne Ausnahme andere Larven.

4. Die Grösse eines Eies ist constant, die Grösse hingegen der Körperchen, die man in diesem Falle für Eier hätte halten können, wechselnd. Diese Körperchen vergrösserten sich mit der Entwickelung der darin enthaltenen Larven.

5. Die äussere Hülle dieser vermeintlichen Eier dient den jungen Larven als Schutz, als Cocon bis zu ihrem Austritt aus der Mutterlarve.

6. Ich habe die ganze Entwickelung der inneren Larven an ein und demselben Exemplare derselben nicht verfolgen können, habe aber an

und dessen Präparate, welche sich auf die obige merkwürdige Fortpflanzungsgeschichte einer unbekannten Insectenlarve beziehen, in Augenschein genommen. Da Herr *Wagner* bei dieser Gelegenheit abermals versicherte, dass er sich in seinen Beobachtungen nicht getäuscht habe, übergebe ich dieselben hiermit der Oeffentlichkeit mit der Bemerkung, dass ich, nach den Abbildungen zu urtheilen, die als ammenartig und fortpflanzungsfähig von *Wagner* beschriebene Insectenlarve für eine Cecidomyiden-Larve halten muss.

München im Juli 1863. C. v. Siebold.

verschiedenen Exemplaren alle Entwickelungsstadien gesehen, von dem ersten Erscheinen der Körperchen, aus denen die neue Larve sich entwickelt, bis zur vollkommen entwickelten Larve. Diese Körperchen bilden sich in den Corpora adiposa.

7. In den Larven der zweiten Generation (denjenigen, die sich in der erstern Larve gebildet haben) bilden sich in derselben Weise neue Larven.

Dies sind die Gründe, die mich nach langen Zweifeln zu der Ueberzeugung gebracht haben, dass ich nicht einen Fall von Parasitismus vor mir hatte, sondern eine eigenthümliche neue Art der Metamorphose, oder besser gesagt, »Fortpflanzung der Insectenlarve.«

Die Larve fand ich unter der Rinde von faulenden Ulmen-, Linden- und Vogelbeerstumpfen. Die, die ich beobachtet habe, gehören zweien Arten oder Varietäten, obgleich die ganze Verschiedenheit dieser zwei Arten nur in der verschiedenen Structur des letzten Körpersegmentes besteht. Bei der einen endigt es sich in sechs stumpfe etwas nach oben gekrümmte Häkchen, bei der andern ist es ohne diese Bewaffnung nach hinten abgerundet.

Die Länge der jungen Larven, nachdem sie eben die Mutterlarve verlassen haben, ist von 2 mm bis $2^1/_3$ mm, die Dicke in der Mitte des Körpers von $^1/_2$ mm bis $^2/_3$ mm. Die Länge der Mutterlarve beträgt in dem Augenblicke, wo sich in derselben die jungen Larven völlig ausgebildet haben 4 mm bis $5^1/_2$ mm, die Dicke von 1 bis $1^1/_2$ mm.

Nur kurze Zeit vor der völligen Entwickelung der jungen Larven kriecht die Mutterlarve unter der Rinde des Holzes, die ihr zum Aufenthalte diente, hervor, die ganze übrige Zeit liegt sie versteckt im Baste. Ihre Grösse und ihre weiche nachgiebige Haut erlauben ihr, sich mit Leichtigkeit zwischen den Bastfasern zu bewegen. Diese Bewegungen werden noch durch ihren länglichen nachenförmigen, vorn zugespitzten Körper erleichtert. Ihr ganzer Körper ist in 14 Segmente getheilt, von denen das erste kleiner und herzförmig ist. Die 13 anderen sind fast gleich lang. Da das erste Segment immer nach vorn gerichtet ist und als Bohrer dienend der Larve den Weg öffnen soll, so ist es vorn zugespitzt und mit einer harten hornartigen Haut bekleidet. Die Larve braucht dieses Segment auch als Haken, um sich weiter zu bewegen, dabei wird das erste Segment gegen das zweite zurückgebogen, die Spitze des ersten Segments dient als Stützpunkt, zu dem die anderen Segmente hingezogen werden, wobei sich die hinteren Segmente theilweise in die ersteren hineinschieben. Um sich im harten Holze den Weg zu eröffnen, ist die Larve mit einem besonderen Apparate bewaffnet. Es ist dies ein spitziger horniger, auf dem dritten Segmente befestigter Auswuchs. Wenn dieser Auswuchs ganz und kräftig entwickelt ist, so besteht er aus drei Theilen, von denen jedoch nur einer nach aussen sichtbar ist, die anderen beiden liegen unter der Haut. Der äussere Theil oder das An-

satzstück ist kurz und breit und am Ende in drei zugespitzte Lappen getheilt. Der zweite Theil, der Stiel des Ganzen ist der längste von allen, während der dritte, pars basilaris, dieses dreispitzigen Bohrers nur eine kurze hornige Verdickung der inneren Haut darstellt, an welcher sich die den ganzen Apparat bewegenden Muskeln ansetzen. Zu beiden Seiten des äusseren Ansatzstücks, da wo es sich mit dem zweiten Stück, dem Stiele, vereinigt, befinden sich ebenfalls zwei verhornte Hautstellen, die dasselbe unterstützen. In dieser Form habe ich diesen bohrerförmigen Apparat nur bei drei starken, mit sehr entwickelter Muskulatur und mit vielen Corpora adiposa versehenen Exemplaren gefunden: viele hatten nur das Ansatzstück und dem grössten Theile der Larven fehlte der Apparat ganz.

Das erste Segment der Larve könnte man seiner Form nach als Kopf ansehen, eine Deutung, die noch durch die Gegenwart von Fühlern und unentwickelten Mundorganen unterstützt wird; dem widerspricht aber die Lage der Augen, die sich im dritten Segmente befinden und die Lage des oberen Gehirnknotens, der sich noch tiefer, im vierten Segmente befindet. Die Grenze des Kopfes wird hierdurch undeutlich und der Kopf selbst verschmilzt mit dem Rumpfe.

Die Fühler haben keine eigene Bewegung, weil sie sehr kurz sind und die Dicke des zweiten Segments die des ersten sammt den Fühlern übersteigt. Jeder der Fühler besteht aus zwei Gliedern, von denen das erste spatenförmig ausgebreitet ist. Wahrscheinlich ersetzt die auf diese Art gewonnene Oberfläche für die Empfindlichkeit des Fühlers, was ihm an Länge abgeht.

Die Larve hat keine Füsse: kurze, dicke, zugespitzte Wärzchen ersetzen dieselben. Sie befinden sich reihenweis am hinteren Rande der Segmente, die sich ringförmig vom vierten bis zwölften umgeben. Die Anzahl der Reihen variirt bei verschiedenen Exemplaren: immer aber sind diese Wärzchen auf dem Rücken und dem Bauche der Larve stärker entwickelt, als auf den Seiten, was den Bewegungen der Larven ganz angemessen ist.

Die Bedeutung der Häkchen auf dem letzten Segmente — wo dieselben sich vorfinden, — ist klar; sie dienen um der Larve eine rückläufige Bewegung möglich zu machen. Die Larve befestigt mit den Häkchen das letzte Segment an die Unebenheiten der Rinde und zieht die vorderen Segmente nach: dann faltet sie die Häkchen zusammen, zieht sie etwas zurück in die Haut, wodurch eine Rückwärtsbewegung des letzten Segments und eine Wiederholung desselben Manoeuvre möglich wird. Es ist diese Bewegung sehr leicht unter dem Mikroskope zu beobachten. Die Art Larven hingegen, der diese Häkchen fehlen, bewegt sich sehr schwer rückwärts, wenigstens habe ich eine solche Bewegung unter dem Mikroskope von derselben nur mit grosser Langsamkeit ausführen sehen. Bei allen ziehen sich die hinteren Segmente nicht so leicht in die vorgehenden

hinein, wie die vorderen, von denen die beiden ersten leicht in das dritte hineingezogen werden.

Ueberhaupt sind die Bewegungen der Larve langsam, besonders zu der Zeit, wenn sich in ihrem Inneren schon eine neue Generation entwickelt hat, deren Geburt nahe ist. Die unter der Haut liegenden Muskeln sind jedoch, trotz der Langsamkeit der Bewegung stark entwickelt und haben das Ansehen von Bändern, die theils longitudinal bis zum Ende des Segments, theils diagonal verlaufen. Die Anzahl derselben ist im 2., 3. und 4. Segmente besonders gross, worauf die Leichtigkeit, mit welcher die drei ersten Segmente in das vierte zurückgezogen werden können, beruht.

Die Larve hat keine Kauorgane und kann deswegen nur das spitze Ende des vorderen Segments benutzen, um sich zwischen den Bastfasern oder in der faulenden Rinde einen Weg zu bahnen. Alle Mundorgane befinden sich in unentwickeltem, unvollkommenem Zustande. Nur schwer sind am vordern Segmente die unteren und oberen Lippen und ein Paar Kinnladen zu unterscheiden, es finden sich nur Spuren davon, alle diese Theile sind mit der äusseren Bedeckung verwachsen und nur die Furchen der Näthe zeigen die Grenzen dieser Organe an. Bei einem solchen Zustande der Mundorgane ist es begreiflich, dass die Larve nur flüssige Nahrung zu sich nehmen kann, und wirklich nährt sie sich nur vom Regenwasser und den Pflanzensäften, welche die Rinde durchtränken. Dass man die Larve nie im trocknen Holze findet, ist eine directe Folge dieser Umstände. Die flüssige Nahrung gelangt vom Schlunde in den Oesophagus. Mit diesem Namen bezeichne ich eine Röhre, die ohngefähr halb so lang als die Larve ist und nach mehreren schlingenförmigen Windungen im 5. oder 6. Segmente in den Magen übergeht. Die Muskelfasern dieser Röhre, die theils transversal ringförmig, theils longitudinal verlaufen, erklären vortrefflich den Mechanismus des Aufsaugens; sie sind beinahe in beständiger Bewegung, das heisst die Larve saugt fast beständig.

In die kleine Erweiterung des Oesophagus, welche den Schlund bildet, münden ein Paar Speicheldrüsen, von denen jede doppelt ist. Diese Drüsen fangen im 5. Segmente an und endigen im 7. Die erste Hälfte jeder derselben hat eine birnförmige Form, die zweite Hälfte ist sackförmig und ist fast in der Mitte umgebogen. Die Drüse besitzt eine Tunica propria und das Vas efferens giebt beim Eintritt in dieselbe von beiden Seiten Aeste ab, die nach weiterer Verzweigung in Blindsäckchen endigen. Die Vasa efferentia beider Drüsen gehen unter dem unteren Gehirnknoten vorbei, vereinigen sich in eine gemeinschaftliche Röhre, die in den Schlund mündet. In der Nähe der Mündung hat diese gemeinschaftliche Röhre ganz deutliche ringförmige Muskelfasern.

Der Oesophagus mündet in den ersten Magen; so nenne ich eine Erweiterung des Verdauungscanals, die sich vom 6. — 9. Segmente erstreckt, im 8. oder 9. Segmente eine Windung macht und auf $\frac{1}{3}$ seiner Länge

zwei blinddarmförmige Anhängsel hat. Gleich darauf folgt eine noch grössere Erweiterung des Nahrungscanals, die ich den zweiten Magen nenne. Er hat eine längliche regelmässig-ovale Form. In das untere spitzauslaufende Ende dieses Ovals münden zwei Paar ziemlich dicker Vasa Malpighii von fast gleicher Länge. Diese Canäle sind gelblich gefärbt, sie haben eigene Wände, die im Inneren noch mit Drüsenzellen ausgelegt sind.

Weiter folgt ein ziemlich dünner Darm, der im 12. Segment eine Schlinge macht und sich in eine kleine Kloake endet. Die Kloake findet sich in einer breiten Röhre, die beinahe immer über das letzte Segment heraustritt. Die Wände des Darms zeigen peristaltische Bewegung, die durch ringförmige, in denselben befindliche Muskelfasern vermittelt wird.

Durch den ganzen Tractus intestinalis zieht sich eine besondere von den übrigen Wandungen unabhängige Röhre (die die Stelle der Schleimhaut zu vertreten scheint), die weder in die Blinddarme des ersten Magens, noch in die Vasa Malpighii des zweiten Magens sich einbiegt. Im zweiten Magen bildet diese Röhre eine grosse Anzahl sehr enger Windungen, die den Magen beinahe ganz ausfüllen, so dass die Länge der gerade ausgezogenen Röhre die Länge der ganzen Larve vielmal übertrifft. In jungen Larven ist diese Röhre farblos und mit einer gelblichen Flüssigkeit oder Nahrung angefüllt; in älteren Larven wird sie braun, ihr Inhalt verdickt sich und verhärtet. Diese Verhärtung ist besonders gross bei Larven, in welchen sich schon junge Larven ganz entwickelt haben. Der Inhalt des ganzen zweiten Magens solcher Larven nimmt das Ansehen einer harten dunkelbraunen Masse an, die sich bis in den Anfang des ersten Magens erstreckt.

Das zartwandige Vas dorsale (Fig. 13, 14) fängt als Aorta im 3. Segmente an und läuft bis zum 12. fort, wo es mit einer blinden Erweiterung (Fig. 13) endet, welche mit zwei durch Klappenapparate verschliessbaren Querspalten versehen ist. Ausserdem befinden sich in der ganzen Länge dieses Gefässes noch neun grössere Erweiterungen (Kammern), von denen jede zwei solcher Klappenpaare hat. Das hintere Ende des Gefässes ist durch ein dünnes Band an die Häute der Larve befestigt; eben solche Bänder finden sich längs des Gefässes. Die Pulsationen desselben erfolgen ziemlich langsam und ungleich; es schlägt 30 bis 45 mal in einer Minute. Bei jungen Larven sind in den Wänden des Herzens kleine Körperchen (Zellen?) bemerkbar; ältere zeigen ausser diesen Körperchen auf dem Herzen besondere bohnenförmige Körper. Im Inneren dieser Körper, die paarweis symmetrisch auf dem Herzen liegen, zeigt sich ein körniger Inhalt. Diese Körper sind wahrscheinlich Nebennieren.

Das Tracheensystem ist im Allgemeinen schwach entwickelt. Die Hauptstämme sind sehr dünn, die Verzweigungen sind wenig zahlreich, Capillarnetze fehlen ganz. Nur in den Hauptstämmen sind Spiralfasern (Fig. 15) bemerkbar und auch diese sind nur bei sehr starker Vergrösse-

rung (bis 800 Mal) sichtbar. Selbst die Stigmata sind sehr klein. Deutet diese schwache Oxydirung des Blutes in Verbindung mit der Langsamkeit aller Bewegungen nicht auf eine grosse Langsamkeit aller Lebensprocesse? Werden bei so langsamem, schwachem Athmungsprocesse nicht die Fettkörper, die hier die Reproduction vermitteln, um so mehr verschont, weil sie eine ungewöhnliche Wichtigkeit haben?

Die Luft tritt durch neun Paar Stigmata, die den neun Herzkammern entsprechen, in zwei Paar Haupttracheenstämme ein. Auf der Rükkenseite vereinigen sich vom 7. Segmente an die oberen Haupttracheenstämme (Fig. 13) durch Queranastomosen, welche letzteren gewöhnlich kleine Zweige an die Hautmuskeln abgeben. Dieses obere Tracheensystem kann man, wie es scheint, als das hauptsächlichste ansehen: es ist mehr entwickelt, liegt auf dem Herzen und oxydirt folglich ein grösseres Quantum Blut. Das untere Paar Tracheenstämme dient hauptsächlich zu Oxydirung des das Nervensystem ernährenden Blutes. Zweige davon gehen beinahe an jedes Ganglion; andere Zweige verbreiten sich in die Muskulatur, während der Verdauungscanal sehr wenige Tracheenzweige erhält.

Das Nervensystem (Fig. 8) besteht aus 14 Ganglien (mit Ausnahme der Ganglien des unpaaren Nerven); die Lage dieser 14 Ganglien entspricht jedoch durchaus nicht den 14 Segmenten des Körpers. Das grösste dieser Ganglien, der obere Schlundknoten (Fig. 9, 10 *a, a*) liegt im 4. und 5. Segmente. Es besteht sichtlich aus zwei Hälften, von denen jede birnförmig ist. Bei einigen Larven hat einer dieser birnförmigen Theile an der äusseren Seite in dem vorderen zugespitzten Theile einen Einschnitt, bei anderen beide symmetrisch. Diese nach vorn verlängerten Theile biegen sich etwas abwärts und gehen jeder unmittelbar in einen dicken Nerven über, der zu den Rudimenten von Kinnladen hingeht (Fig. 9 *a''*). Etwas höher treten aus der vorderen Seite dieser Theile noch zwei dicke Nerven (Commissuren) hervor, welche sich im 3. Segmente zu einem dreitheiligen herzförmigen Knoten (supplementärer, oberer Schlundknoten) erweitern (Fig. 9, 11 *a', b, b*). Aus den seitlichen nach vorn verlängerten Theilen dieses Knotens entspringen zwei starke Nerven, die zu den Fühlern gehen (Fig. 9, 11 *b'*); unterhalb dieses Nervenpaares entspringt aus demselben Knoten tiefer ein zweites Nervenpaar (Fig. 9 *b''*), welches sich, wie es scheint[1]), zu den im ersten Segmente liegenden Muskeln begiebt. Aus dem hinteren Theile des mittleren Lappens dieses

1) Die Nerven, die aus diesem Knoten, aus dem unteren Schlundknoten und aus dem unpaaren Systeme treten, sind sehr schwer zu verfolgen. Es ist unmöglich, die beiden ersten Segmente zu seciren, denn sie haben nur 0,02 mm. Breite. Wenn man sie unter Wasser zerdrückt, so schwellen alle Nerven selbst bei sehr mässigem Drucke übermässig an. Die einzige Methode, von der man Erfolg erwarten kann, ist das Zerdrücken unter schleimigen Flüssigkeiten; vielleicht leistet hierbei die Färbung der Nerven mittelst Karmin gute Dienste.

herzförmigen Knotens tritt ein sehr dünner Nervenfaden (Fig. 9, 11 *a'''*), der sich oberhalb des oberen Schlundknotens verliert. Unmittelbar auf dem herzförmigen Knoten liegen die beiden Augen. Sie sind schlecht entwickelt, wie die Augen aller im Dunkeln lebenden Larven überhaupt. In unserem Falle bestehen die Augen nur aus zwei Säckchen oder Bläschen mit braunem Pigmente angefüllt. Nur bei wenigen Exemplaren ist es mir gelungen in diesen Säckchen die kugelförmige Krystalllinse zu sehen. Da aber der herzförmige Knoten so ziemlich in der Axe des Körpers liegt, so liegen diese Rudimente von Augen tief unter den äusseren Häuten ohne sie zu berühren (Fig. 11, 0). Bei alten Larven in der letzten Periode der Schwangerschaft verschwinden sie ganz.

Zwei starke Commissuren vereinigen die oberen Schlundknoten zu beiden Seiten des Oesophagus mit dem unteren Schlundknoten oder, besser gesagt, mit den beiden unteren Schlundknoten, denn sonderbar genug, es sind ihre zwei, die einer hinter dem anderen liegen. Der zweite, hintere, niedriger liegende dieser beiden Knoten ist viel kleiner, als der erste, so dass er nur ein Anhängsel dieses letzten zu sein scheint (Fig. 9, 10, 11 *d*). Der erste untere Schlundknoten (Fig. 9, 10, 11 *c*) ist nicht viel kleiner als der obere und hat eine ovale Form. Er giebt ein Paar Nerven an die Muskeln ab, die das vordere Segment bewegen (Fig. 9, 10, 11 *c''*). Der zweite untere Schlundknoten schickt zwei dicke Nerven zu den Muskeln des dritten Segments (Fig. 9, 10, 11 *d'*). Zwei kurze Commissuren vereinigen ihn mit dem ersten einer Gruppe von drei dicht hinter einander liegenden Nervenknoten (Fig. 8, 2); die kurzen Commissuren, welche diese drei Knoten unter sich vereinigen, zeichnen sie vor allen andern aus und es müssen dieselben, meiner Meinung nach, als die Repräsentanten der drei Brustknoten des vollkommenen Insects angesehen werden. Diese Gruppe von Knoten erstreckt sich von der Hälfte des 6. Segments bis zum Ende des 7. Die folgenden Knoten (Fig. 8, 3) des Bauchstrangs, jeder aus zwei Hälften bestehend, sind unter sich durch je zwei lange Commissuren verbunden und erstrecken sich vom 7. bis zum 12. Segmente. Die beiden letzten dieser Knoten sind einander viel näher als die übrigen. Der letzte giebt zwei Nervenpaare ab, deren längeres und dickeres Paar sich in den Muskeln des letzten Segmentes zerstreut, das zweite kürzere aber zu den Muskeln des 13. Segments geht. — Alle diese Knoten, mit Ausnahme des letzten, geben nach unten Nerven an die Hautmuskeln.

Das System des unpaaren Nerven beginnt mit zwei starken Commissuren (Fig. 9, 10, 11 *c'*), die im vorderen unteren Schlundknoten entspringen. Diese Commissuren gehen direct nach vorn, erweitern sich und vereinigen sich unter dem Oesophagus zu einem Knoten, welcher dem über dem Oesophagus liegenden herzförmigen Knoten an Form ziemlich gleicht. Dieser Knoten zerfällt in fünf Lappen, daher scheint er aus fünf verschmolzenen Knoten zu bestehen. Die mittleren Lappen (Fig. 10 f^1)

verlängern sich etwas nach vorn und laufen in zwei dünne Nerven (Fig. 10, 11 f') aus, die zum Schlunde gehen. Aus den beiden seitlichen Lappen (Fig. 10 f^2) treten zwei dünne Nerven hervor, die sich aber bald zu einem einzigen (Fig. 10, 11 f'') zum Oesophagus gehenden Stamme vereinigen. Diesen Stamm weiter zu verfolgen war mir nicht möglich.

Die sogenannten Corpora adiposa sind im Verhältnisse zu den übrigen Organen ungewöhnlich stark entwickelt. Ihre histologische und anatomische Structur kann in verschiedenen Lebensphasen der Larven, Phasen, die besonderen Umständen entsprechen verschieden sein. Sie sind bei jungen Larven, die soeben die Mutterlarven verlassen haben, in drei Partien: zwei seitliche Gruppen und einen mittlern unpaaren Lappen, getheilt. Der letztere, von regelmässig-ovaler Form liegt hinter den Speicheldrüsen auf dem Herzen und ist an die äusseren Bedeckungen der Larve vorn mit einem, hinten mit zwei sehr dünnen Bändern befestigt. Die beiden seitlichen Gruppen (Fig. 17 a', a') fangen etwas unterhalb des mittleren Lappens (Fig. 17 a) an und ziehen sich wurmförmig durch die ganze Länge des Thieres bis an den Anfang oder bis in die Mitte des letzten Körpersegments. Eine jede Gruppe ist vorn und hinten durch ein dünnes Band an die äusseren Bedeckungen der Larve befestigt. Eben solche Bänder (Fig. 16 f, 19 b, b) sind auf die ganze Länge der beiden Gruppen zerstreut. Bei einigen Larven sind die Contouren dieser beiden Gruppen beinahe den Contouren des Körpers parallel, bei anderen verlaufen sie mehr geradlinig.

Dies ist die einfachste Organisation der Corpora adiposa bei den jungen Larven; bei den älteren hat jede der beiden seitlichen Gruppen noch adventive Lappen (Fig. 17 a''), die blinddarmförmig an der Hauptgruppe hängen und nicht symmetrisch längs derselben vertheilt sind. Bei einigen Larven, die mir bereit schienen sich zu verpuppen, waren diese adventiven Lappen besonders stark entwickelt.

Jede der Corpora adiposa enthaltenden Gruppen hat eine sehr dünne Tunica propria, die wahrscheinlich mit einer besondern Flüssigkeit angefüllt ist, da die einzelnen Fettkügelchen sich nicht vereinigen so lange sie ganz ist, und sich leichter vereinigen nachdem sie zerrissen ist: man findet in diesem Falle viel Fettkugeln im Körper der Larve (Fig. 21). Diese Fettkügelchen geben den Corpora adiposa das Ansehen einer grobkörnigen Masse, sie sind durchsichtig und entweder ganz farblos oder schwach gelblich gefärbt[1]. Bei den Larven, die der Verpuppung näher sind,

1) In den Larven, die ich unter beständig mit Wasser durchfeuchteten Rindenstückchen aufbewahrte, färbten sich die Corpora adiposa und selbst die Muskeln bräunlich. Es schien mir diese bräunliche Farbe von einem aus der Rinde herstammenden Farbstoffe herzurühren, der mit der Nahrung in den Darmcanal der Larve gelangt war.

wurden die Fettkügelchen sehr klein, so dass die Corpora adiposa bei auffallendem Lichte weiss, bei durchgehendem undurchsichtig erschienen.

Die jungen Larven bilden sich in den Corpora adiposa. Diese dienen der jungen Brut zur Nahrung. Im Anfange der Entwickelung dieser Brut zeigen sich kleine weisse Flecken, die aus kleinen Körperchen bestehen und im durchfallenden Lichte undurchsichtig sind. Diese Flecken sind in beinahe gleichen Abständen von einander entfernt (Fig. 17 *a'*); darauf bekleidet sich jede dieser feinkörnigen Gruppen mit einem dünnen Häutchen, welches auch die zunächstliegenden Fettkügelchen umfasst (Fig. 17 *a''*). Alle Corpora adiposa zerfallen auf diese Weise in einzelne unregelmässige abgerundete Theile, die ich »Embryonaltheile« nenne. Sie haben die Gruppe feiner Körnchen im Centrum (Fig. 22), oder längs der Peripherie (Fig. 23) vertheilt. Selten jedoch ergreift diese Furchung alle Corpora adiposa auf einmal, gewöhnlich wird nur ein Theil derselben davon ergriffen und nur nach und nach erstreckt sie sich auf alle. In Folge dieses Mangels an Gleichzeitigkeit in der Furchung findet man zu derselben Zeit in der Mutterlarve junge Larven in den verschiedensten Entwickelungsstadien.

Die weitere Entwickelung erfolgt auf doppelte Art, entweder: 1) die Embryonaltheile reissen sich einzeln oder in Gruppen zu zwei, drei u. s. w. (Fig. 18, *b*, *b*, 24, 25) von dem Lappen der Corpora adiposa, in welchem sie sich gebildet haben, los und fallen in die Bauchhöhle, wo sie sich besonders in den letzten Segmenten anhäufen (Fig. 18): oder 2) die weitere Entwickelung geht in den Embryonaltheilen vor sich, während sie sich noch nicht von den Corpora adiposa abgetrennt haben (Fig. 19 *e*).

Die losgerissenen Embryonaltheile sind sphärisch oder ellipsoidisch. Ihre Grösse variirt in einer und derselben Larve von 0,002 mm bis 0,005 mm. Bei der weiteren Entwickelung wachsen sie und ausserdem verändert sich ihr Inhalt. Die Fettkügelchen verschwinden und an ihrer Stelle zeigt sich eine trübe oder sehr feinkörnige Flüssigkeit, in welcher die zuerst gebildeten Körnchen, die nach und nach verschwinden, herumschwimmen (Fig. 26). In den zwei Embryonaltheile enthaltenden Gruppen enthält oft der eine trübe Flüssigkeit, während der Inhalt des anderen feinkörnig ist.

Im folgenden Stadium der Entwickelung zerfällt der ganze Inhalt eines Embryonaltheiles in Zellen mit deutlichen Kernen (Fig. 28). Die ersten Zellen bilden sich an der Peripherie (Fig. 27). Zu gleicher Zeit streckt sich der Embryonaltheil und nimmt die Form eines verlängerten Ellipsoides an, worauf im Centrum dieses Ellipsoides die Ablagerung des Dotters anfängt (Fig. 30, 31). Unter Dotter verstehe ich hier eine Ablagerung kleinerer und grösserer mit Körnchen vermischter Fettkügelchen, aus welcher unmittelbar sich der Embryo entwickelt. Diese Dottermasse wächst vom Centrum gegen die Peripherie hin und füllt endlich den ganzen Embryonaltheil aus. Sobald dies erreicht ist, fängt wahr-

scheinlich die Furchung der Dottermasse an. Ich sage wahrscheinlich, denn es sind mir Embryonaltheile vorgekommen, deren Dottermasse in fast gleichgrosse, beinahe regelmässige sechseckige Stücke zerfallen war (Fig. 32); den Furchungsprocess selbst aber habe ich nicht beobachten können. Die ersten Anfänge des Embryo in der Dottermasse vermochte ich eben so wenig zu sehen; jedenfalls aber liegen sie im Centrum und nicht an der Peripherie des Dotters, denn ich habe Embryonaltheile mit schon ziemlich entwickelten Embryonen gesehen, bei denen die Segmente, die Häkchen am letzten Segmente als kleine Wärzchen schon deutlich unterscheidbar waren und immer lagen diese Embryonen im Innern der Dottermasse, obgleich etwas excentrisch (Fig. 33).

Bei der weiteren Entwickelung bewegt sich der Embryo mehr und mehr gegen die Peripherie des Embryonaltheils, die er endlich erreicht; in dieser Lage bedeckt ihn die Dottermasse nur am Rücken vorn und hinten. Im Fortgange der Entwickelung wird die den Rücken bedeckende Dottermasse nach und nach verbraucht, so dass nur der vordere und hintere Theil derselben übrig bleiben. Wenn endlich auch diese Theile des Dotters verbraucht sind, so bleiben vor und hinter der nun vollständig entwickelten jungen Larve leere Räume übrig (Fig. 35); eben so bleibt zwischen der jungen Larve und der Hülle um diese Zeit ein kleiner Zwischenraum und die Larve bewegt sich dann ziemlich frei in der Hülle des früheren Embryonaltheils.

In dieser Phase der Entwickelung der jungen Larven zeigt die Mutterlarve nur noch Spuren von Leben. Sie kann nicht mehr kriechen, nur ihre vordern Segmente können noch Seitenbewegungen, obgleich nur schwer, ausführen; das Herz schlägt kaum. Endlich verschwinden auch diese letzten Lebenszeichen der Mutterlarve, so dass von ihr vor dem endlichen Auskriechen der jungen Brut nur die Tracheen, einige Fetttropfen, die zwischen den jungen Larven umherschwimmen (Fig. 34, *d*,*d*) und der zweite Magen mit seiner inneren Röhre und mit seiner verhärteten Nahrung übrig bleiben.

Zwischen der vollständigen Entwickelung der jungen Larven und dem Momente, wo sie die Hülle der Mutterlarve verlassen, verstreichen zwei bis drei Tage. In diesem Zeitraum häuten sich die jungen Larven (Fig. 35), sie zerreissen eine jede die Hülle des Embryonaltheils, in welchem sie sich entwickelt, und bewegen sich frei in der Hülle der Mutterlarve herum. Letztere Hülle trocknet in dieser Zeit entweder aus, oder unterliegt einer beginnenden Zersetzung, so dass die jungen Larven sie leicht zerreissen und auskriechen können. Die ganze Entwickelung nimmt 8—10 Tage in Anspruch. Obgleich die Corpora adiposa in viele Embryonaltheile zerfallen, so durchlaufen doch nicht alle die oben beschriebenen Phasen bis zur vollständigen Larve; die meisten Embryonaltheile atrophiren vor Ablagerung der Dottermasse, so dass jede Mutterlarve nur 7 oder 9 junge Larven hervorbringt (Fig. 34, 20). Ich habe

sogar einen Fall gefunden, wo in der Mutterlarve nur Eine junge Larve von ungewöhnlicher Grösse enthalten war: sie nahm die ganze Höhlung der Mutterlarve ein.

In drei bis fünf Tagen fängt in diesen jungen Larven ebenfalls die Theilung der Corpora adiposa an, worauf in jeder die Entwickelung einer dritten Generation ganz in derselben Art vor sich geht. Wahrscheinlich hat diese Fortpflanzung der Larven keine Grenzen, wenn nicht endlich die Larven die zu ihrer Verpuppung nöthigen Bedingungen finden. Zu dieser Voraussetzung führen folgende Facta. Die Larven, die ich in lockeren Rindenstücken hielt, oder die ich unter der Rinde von Ulmstümpfen fand, unterlagen alle der Fortpflanzung, drei Larven hingegen, die ich in der harten Rinde eines halbverfaulten Stückes Vogelbeerstumpf fand, waren, wie ich aus folgenden Umständen schliesse, der Verpuppung nahe: 1) bei diesen Larven war das im dritten Segment befindliche oben beschriebene Stilet vollständig und stark entwickelt: so dass sie sich vermittelst desselben in die harte Rinde einbohren konnten; 2) diese Larven waren grösser, als alle übrigen, die ich gesehen habe; 3) trotz der starken Entwickelung der Corpora adiposa war in diesen letzteren durchaus kein Zeichen der bevorstehenden Theilung zu bemerken. Der Inhalt der Corpora adiposa bestand bei diesen Larven, wie schon oben gesagt, aus sehr kleinen Fettkügelchen, wodurch die Larven im auffallenden Lichte weiss, im durchgehenden aber undurchsichtig erschienen. Eine dieser Larven wurde zur Untersuchung benutzt, die andern beiden versetzte ich in Stückchen Ulmenrinde, worauf die Theilung der Corpora adiposa und die Entwickelung einer neuen Generation auch hier, wie oben geschrieben, vor sich ging; wahrscheinlich waren die zur Verpuppung nöthigen Bedingungen schon nicht mehr vorhanden.

Ausser diesen Larven, die sich auf die angegebene Art vervielfältigen können, fand ich, obgleich selten in denselben Holzstücken, noch drei Arten von Larven, die der ersten in allen äusseren und inneren, anatomischen Kennzeichen ähnlich waren, nur so dass man sie zu demselben Genus, wie die ersten zählen muss: bei ihnen aber fand weder eine Theilung der Corpora adiposa, noch die darauf folgende Entwickelung einer jungen Brut im Innern der Larve statt. Dem ungeachtet glaube ich doch nicht, dass die oben von mir beschriebene Fortpflanzungsweise die der beobachteten Larvenart in der ganzen Insectenreihe ausschliesslich eigene ist. Jedenfalls beweist diese Fortpflanzungsart:

1. dass die Corpora adiposa ausser ihrer allgemeinen Function noch eine specielle haben können,

2. dass aus denselben sich besondere Bildungen entwickeln können, die als Uebergangsform zum eigentlichen Ei dienen,

3. dass dieser ganze Process der Larvenbildung eine Uebergangsstufe zur wahren Parthenogenesis bildet,

endlich 4. dass dieser Process den einfachsten Fall des Generationswechsels bei den Insecten darstellt, während eine mehr entwickelte Stufe desselben sich in derselben Classe bei den Aphiden zeigt.

Kasan, 24. October 1861.
7. November.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXXV.

Fig. 1. Eine Larve, die die Anfänge einer neuen Generation enthält; bei durchfallendem Lichte, 190 Mal vergrössert. Die Contouren der seitlichen Partieen der Corpora adiposa sind absichtlich nicht scharf gezeichnet, um Lage und Gestalt der darunter liegenden Organe besser erkennen zu lassen. — *a. a.* Die Embryonaltheile im ersten Entwickelungsstadium. *a'. a'.* Dieselben mit schon im Innern gebildeten Dotter.

Fig. 2. Das Ende des dritten und der Anfang des vierten Segments von der Seite gesehen. *v. v.* Warzenreihen. (Vergr. 310 Mal.)

Fig. 3. Das vordere Ende des Larvenkörpers mit stark entwickeltem Bohrer. Das erste, zweite und dritte Segment sind in das vierte hineingezogen. *a.* Spitze. *b.* Das Heft. *c.* Der Basaltheil. *d. d.* Zwei verhornte Hauttheile, die die Spitze von beiden Seiten unterstützen. *m. m.* Muskeln die den Bohrer zurückziehen.

Fig. 4. Das erste Segment und die Verdauungsorgane. *a.* Das erste Segment mit dem Schlundkopf. *b.* Oesophagus. *c. c.* Erster Magen. *d. d.* Blindsackförmige Anhängsel desselben. *e.* Zweiter Magen. *e'. e'.* Innere Röhre des Verdauungscanals mit den Windungen derselben im 2. Magen. *f.* Darm. *g.* Endröhre mit Kloake. *h.* Vasa Malpighii. *k. k.* Bänder derselben. *l. l.* Speicheldrüsen. *m. m.* Ausführende Canäle derselben, die sich in einen gemeinsamen Canal *n.* vereinigen.

Fig. 5. Eine der Speicheldrüsen bei 470 mal. Vergrösserung. *a.* Vas efferens, welches in die Drüse eintritt, sich dort verästelt *a'.* und dessen letztere Zweige blindsackförmig enden *b*; *b'.* Tunica propria. *c.* Zweite Abtheilung der Drüse mit deutlichem Epithelium. *d. d.* Bänder.

Fig. 6. Ein Theil des ersten Magens bei derselben Vergrösserung. *a.* Aeussere Schicht aus kugelförmigen Zellen bestehend. *b.* Körnige Schicht. *c.* Inneres Epithelium.

Fig. 7. Ende des zweiten Magens und Anfang des Darmcanals bei derselben Vergrösserung. *a. a. a.* Besondere Körperchen (Zellen?) reihenförmig auf der äusseren Schicht liegend. *b. b.* Inneres Epithelium. *c. c. c. c.* Vasa Malpighii. *d. d.* Drüsige (?) Zellen derselben. *e. e.* Innere Röhre des Verdauungscanals theilweise herausgedrückt und auseinander gezogen. *f.* Contenta.

Fig. 8. Nervensystem. 1. Kopfganglien. 2. Ganglien, die den Brustganglien des vollständig entwickelten Insectes entsprechen. 3. Bauchganglien. (Die Commissuren dieser letzteren Ganglien sind in der Zeichnung etwas verkürzt, um dieselben nicht übermässig auszudehnen.)

Fig. 9. Der vordere Theil des Nervenstrangs mit dem ersten Segment von oben gesehen.

Fig. 10. Das erste Segment, die unteren Schlundganglien und das System des unpaaren Nerven, alles von unten gesehen.

Fig. 11. Der vordere Theil des Nervenstranges von der Seite gesehen.

Die drei letzten Figuren sind bei 340mal. Vergrösserung gezeichnet; in allen sind die gleichen Theile mit gleichen Buchstaben bezeichnet; *α*. Hornige Spitze des ersten Segments, wahrscheinlich aus dem Clypeus und dem vorderen Theil der Lefze gebildet. *β*. Lefze. *γ*. Kinnladen. *δ*. Fühler. *a.a*. Birnförmige Theile des oberen Schlundknotens, von denen der linke vorn einen Einschnitt hat. *a′.a′*. Commissuren, welche diese Theile mit dem herzförmigen, Adventiv-Schlundknoten vereinigen. *a″.a″*. Nerven, die zu den Kinnladen gehen. *a‴*. Dünner Nerv, der sich auf dem oberen Schlundknoten verliert. *b*. Oberer Adventiv-Schlundknoten. *b′.b′*. Nerven der Fühler. *b″.b″*. Nerven zu den Muskeln des vorderen Segments. *c*. Erster unterer Schlundknoten. *c′*. Commissuren, die denselben mit den Knoten des unpaaren Nerven verbinden. *c″* Nerven zu den Muskeln des vorderen Segments.(?) *d*. Zweiter unterer Schlundknoten. *d′*. Nerven zu den Muskeln des dritten Segments. *e*. Erster Brustknoten. *e′.e′* Nerven zu den Muskeln des vierten Segments. *f*[1]. Mittlere Theile des Knotens des unpaaren Nerven. *f*[2]. Seitliche Theile. *f*[3]. Obere Theile. *f′* Nerven, die aus den mittleren Theilen zum Schlund (?) gehen. *f″*. Nerv, der mit zwei Wurzeln aus den seitlichen Theilen entspringt und auf dem Oesophagus hinläuft. *h*. Herz. *o*. Augen.

Fig. 12. Die Augen. *a*. Ein Bläschen mit Pigment angefüllt. *b*. Krystalllinse (Vergrösserung 470 Mal.)

Taf. XXXVI.

Fig. 13. Herz und Tracheensystem bei 190mal. Vergrösserung. *a*. Vas dorsale. *a′*. Letzte, hintere Kammer desselben, die durch ein dünnes Band an die Haut befestigt ist. *b.b*. Stämme des oberen Tracheensystems. *b″*. Vordere Aeste derselben, die sich im Nervensystem verzweigen; *b‴*. Anastomosen zwischen diesen Stämmen. *b′*. Stämme des unteren Tracheensystemes. *c′*. Aestchen derselben, die sich in den Nervenknoten vertheilen. *s*. Stigmata. *β*. Afterröhre, die in das letzte Segment hineingezogen ist.

Fig. 14. Vorderer Theil des Herzens bei 170mal. Vergrösserung. *a*. Aorta. *b*. Spalten mit Klappen. *c*. Bänder. *N.N*. Nebenniere (?). x. Besondere Körperchen (Zellen?) in den Wänden des Herzens, aus ringförmigen Muskelfasern gebildet.

Fig. 15. Zwei Tracheenstücke bei 800mal. Vergrösserung.

Fig. 16. Theil eines der mittleren Segmente bei 300mal. Vergrösserung *a*. Epidermis. *b*. Muskelfaserschicht. *c*. Epithelium. *d*. Unter der Haut befindliche Fettmasse, von der sich Theile ablösen und in die Bauchhöhle fallen können. *e*. Ein Theil der Corpora adiposa. *f*. Band derselben.

Fig. 17. Vordertheil der Larve mit den Corpora adiposa im Moment des Zerfallens dieser letzteren in Embryonaltheile. *a*. Mittlerer Theil (*Lobus*) schon beinahe ganz in Embryonaltheile zerfallen, *a′.a′*. Seitenpartien in denen die Ablagerung der körnigen Massen, die als dunkle Flecken sichtbar sind, erst anfängt. *a″*. Einer der Adventivlappen der Corpora adiposa stark entwickelt und schon ganz in Embryonaltheile zerfallen. *c*. Herz.

Fig. 18. Hinterer Theil einer Larve mit abgerundetem letztem Segment. *a.a*. Seitenlappen der Corpora adiposa. *b.b.b.b*. Embryonaltheile in verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung, ein Theil derselben hat sich noch nicht vom Lappen der Corpora adiposa getrennt, ein anderer Theil liegt schon frei im hinteren Segmente. b′. Ein weiter entwickelter Embryonaltheil mit schon gebildetem Dotter. *c*. Unter der Haut liegende Fettmasse. *c′*. Theile, die von derselben abgefallen sind und im letzten Segmente liegen.

Fig. 19. Ende eines Lappens der Corpora adiposa; man sieht *a.* einen schon in einzelne Zellen zerfallenden Embryonaltheil. *b. b.* Bänder.

Fig. 20. Hinterer Theil des Körpers einer Larve, welcher schon stark entwickelte Embryonaltheile enthält; in allen ist bereits der Dotter sichtbar; zwischen denselben zeigen sich die Reste von atrophirten Embryonaltheilen.

Fig. 21. Vorderer Theil des Körpers einer Larve mit stark entwickelten und den Resten von atrophirten *a* Embryonaltheilen, zwischen welchen grössere, aus der Vereinigung kleinerer entstandene Fettkugeln *k* herum schwimmen.

Fig. 22—30. Embryonaltheile in verschiedenen Entwickelungsstadien bei 470mal. Vergrösserung.

Fig. 22. Drei Embryonaltheile mit körniger Ablagerung im Centrum.

Fig. 23. Einige Embryonaltheile mit körnigen Ablagerungen an der Peripherie.

Fig. 24. Freie Embryonaltheile mit einer trüben Flüssigkeit angefüllt, aus welcher sich in einigen schon Zellen gebildet haben.

Fig. 25. Zwei anomal verwachsene Embryonaltheile von denen einer mit einer trüben Flüssigkeit angefüllt ist, während sich im hellen Inhalt des andern schon Zellen gebildet haben.

Fig. 26. Embryonaltheil, in welchem die Fetttropfen schon verschwunden sind, während die körnige Ablagerung im trüben Inhalte noch sichtbar ist.

Fig. 27. Embryonaltheil mit trübem Inhalt, aus welchem die Zellenbildung an der Peripherie schon angefangen hat.

Fig. 28. Embryonaltheil, dessen ganzer Inhalt schon in Zellen mit deutlichen Kernen zerfallen ist.

Fig. 29. Ein schon weiter gewachsener Embryonaltheil, dessen Zellen durch Wasser ausgedehnt sind.

Fig. 30. Embryonaltheil, dessen Centrum die Ablagerung des Dotters, unter der Form einer mit Fetttropfen vermischten trüben, körnigen Flüssigkeit begonnen hat.

Fig. 31. Embryonaltheil mit deutlich entwickeltem Dotter, der von dünnwandigen Zellen umgeben ist. Der Dotter füllt den Embryonaltheil noch nicht ganz aus.

Fig. 32. Embryonaltheil, in dessen Dotter der Furchungsprocess bis zum Zerfallen in sechseckige Theile vorgeschritten ist.

Fig. 33. Embryonaltheil mit im Dotter excentrisch liegendem Embryo.

Fig. 34. Mutterlarve im letzten Stadium ihrer Schwangerschaft (bei 190mal. Vergrösserung). Im Innern derselben sind sieben der vollkommnen Entwickelung nahe Lärvchen sichtbar. *a.* Noch nicht verschwundene Augen der Mutterlarve. *a'.* Noch nicht ganz gebildete Augen der jungen Brut. *b.* Spitze des Bohrers der Mutterlarve. *b'.* Spitze des Bohrers einer schon weiter entwickelten und sich bewegenden jungen Larve. *c. c.* Fettkörper der Lärvchen. *d. d.* Fetttropfen, die in der Bauchhöhle der Mutterlarve zwischen der jungen Brut herumschwimmen. *e.* Schon sehr veränderter Theil des oberen und *e'* des unteren Tracheensystems der Mutterlarve.

Fig. 35. Ganz entwickelte junge Larve. Sie ist noch in der Haut des Embryonaltheiles *a. a.*, in welchem sie sich entwickelt hat, enthalten und in der Häutungs-Periode bei 190mal. Vergrösserung dargestellt. *b. b.* Die an den Enden der Larve schon abgetrennte primitive Haut.

Der Bienenstachel.

Von

August Sollmann in Coburg.

Mit Tafel XXXVII.

Zur Erhaltung seiner Existenz hat jedes Thier Organe erhalten, die es theils zu seiner Vertheidigung, theils zum Angriff gegen stärkere oder schwächere Gegner gebraucht. Diese Waffen sind bei der Mannichfaltigkeit der Leibesform und Lebensweise der Thiere an verschiedene Körpertheile gebunden. Bei einigen sind dieselben über die ganze Körperoberfläche gleichmässig vertheilt, bei andern sind sie auf die Locomotionsorgane beschänkt, bei wieder andern entweder an das vordere oder hintere Leibesende verlegt. Zu letzteren gehört die Honigbiene und ihre Waffe ist der gefürchtete Stachel. Dieser ist aber unter denselben nur dem weiblichen Geschlechte eigen. Bei dem ausgebildeten und flugfähigen Geschöpfe liegt er im Zustand der Ruhe zurückgezogen in der Leibeshöhle. Seine Spitze ist nach aussen gerichtet; die übrigen Theile liegen weiter nach hinten. So lange die Imago dieses Insects noch Larve ist, finden sich vom Stachel an der betreffenden Stelle noch keine Andeutungen. Erst in der Zeit, in welcher die Larve zur Nymphe wird, bildet sich das letzte Leibessegment zum Stachel um. Bei einer ungefärbten Nymphe ragt der grösste Theil desselben noch aus dem Leibe hervor. Je mehr sich aber dieselbe bräunt, desto weiter tritt er zurück. Schlüpft das lebensfähige Insect aus seiner Brutzelle hervor, so hat der Stachel seine normale Lage eingenommen. Mit seinen unteren Theilen ruht er auf der letzten Bauchschiene. Bei einer geschlechtlich ausgebildeten weiblichen Biene, bei einer Bienenkönigin, liegt über dem Stachel die Geschlechtsöffnung und über dieser der After. Bei einer Arbeiterin hingegen ist der ganze Geschlechtsapparat verkümmert und die Geschlechtsöffnung als nicht vorhanden zu betrachten. Es liegt deshalb der After unmittelbar über dem Stachel. Im Nachfolgenden will ich den Stachel einer Arbeiterin und seine Einrichtung beschreiben und muss bemerken, dass der Stachelapparat der übrigen Apiden und Schlupfwespen von ähnlicher Einrichtung ist.

I. Die Theile des Bienenstachels.

Der Stachel einer ausgebildeten Arbeiterin besteht aus den Chitintheilen mit den daran inserirten Muskeln und der Giftblase.

A. Die Chitintheile.

Um die Chitintheile ohne Zerstörung ihres Zusammenhangs der Beobachtung von allen Seiten zugänglich zu machen, ist es gerathen, den Stachel so lange in Aetzkali zu kochen, bis sich alle Fleischtheile desselben aufgelöst haben. Dieselben bestehen dann aus zwei Hauptabtheilungen: aus dem eigentlichen Stachel und dem sogenannten Knöpfchen.

a. Der eigentliche Stachel.

Derselbe besteht wieder aus mehreren Theilen: aus der Rinne mit ihren beiden bogenförmigen Schenkeln, aus der Gabel und den zwei Stechborsten.

1. Die Rinne und ihre zwei Schenkel.

Die Rinne ist das derbste Stück dieser Abtheilung und ihr sind die oben genannten Theile des Stachels mehr oder weniger fest eingefügt. Sie bildet wie eine umgelegte Dachrinne eine nach unten offene Halbröhre (Fig. I, 1 u. 2.). An ihrem vordern Ende ist sie abgerundet (Fig. I, 3.) und es ergiebt sich daraus, dass sie zum Stechen eigentlich untauglich ist. Es muss ihr daher eine andere Verrichtung zugewiesen sein. Nach hinten zu wird sie breiter und ihre unteren geradlinigen Ränder sind daher divergirend (Fig. I, 6 u. 7.). Diese Ränder haben Aehnlichkeit mit dem Grad einer Leiste, welche der Tischler in eine Nuth eintreibt (Fig. II, 23). Auf ihnen schieben sich die Stechborsten hin und sie bilden daher eine Art Schlitten. Hat der Stachelapparat chitinirt und ist bereits braun gefärbt, so lässt sich die Gestalt der Schlitten schwer erkennen. Sehr deutlich tritt sie bei solchen Imagines hervor, an deren Augen das Pigment erscheint. Das hintere Ende der Rinne ist an den drei übrigen Seiten bauchförmig erweitert oder gekröpft (Fig. I, 4). Dieser Kropf hebt sich mit seinen unteren Rändern vor den beiden Schlitten ab und legt sich über letztere auf die Weise hinweg, dass zwischen beiden noch hinlänglich Raum für die Stechborsten übrig bleibt (Fig. I, 10 u. 11. Fig. V, 10). Diese übergeschlagenen Ränder dienen den Stechborsten zur Befestigung auf den Schlitten (Fig. V, 10). Der hintere, freie Rand des Rinnenkropfes ist etwas zusammengezogen und seine obere Fläche leicht gesenkt (Fig. I, 5). Die Oberfläche der Rinne selbst ist spiegelglatt und weder mit Widerhaken[1]) noch andern Unebenheiten besetzt.

1) Prof. Dr. *C. G. Giebel* giebt in seiner »Naturgeschichte des Thierreichs Bd. IV. Gliederthiere. Mit 764 Abb. Leipzig, O. Wigand 1863« folgende Beschreibung des Bienenstachels: »Im ruhenden Zustand umhüllt den Stachel eine zweiklappige Scheide; acht kräftige Muskeln schieben ihn hervor, wobei zugleich die Scheidenklappen zu-

Am Ende der Rinne setzen sich die beiden Schlitten als nach oben gekrümmte (Fig. I, 8 u. 9) und an ihrer Basis biegsame Schenkel fort. Kurz vor ihren Enden sind ihnen die Stiele der oblongen Platten gelenkartig eingefügt (Fig. I, 18 u. 19).

2. Die Gabel.

In ihrer Form hat dieselbe vollkommene Aehnlichkeit mit dem gabelförmigen Brustknochen der Vögel (Fig. I, 13—17) und eine genauere Beschreibung derselben ist daher überflüssig. Die Enden ihrer beiden kurzen Schenkel sind unter einem Winkel nach unten gebogen (Fig. V u. VI, 40) und liegen damit den verdickten Rändern der Stechborstenplatten (Fig. V, 32 *b*) an. Bei ihrer Krümmung sind sie an den beiden freien Seiten des Kropfrandes gelenkartig angewachsen (Fig. V u. VI, 13 u. 14). Im Zustande der Ruhe liegt das gemeinschaftliche Endstück der Gabel (Fig. VII, 17) auf dem abschüssigen Rande des Rinnenkropfes. Wird die Gabel nach hinten gelegt, so beschreiben die abwärtsgerichteten Schenkelenden einen Bogen nach vorn und schieben damit zugleich die anliegenden Stechborsten nach aussen.

3. Die beiden Stechborsten.

Dieselben sind zwei scharf zugespitzte, steife Chitindolche mit nach oben gebogenen Schenkelenden (Fig. II u. III, 20 u. 21. Fig. IV). Auf ihrer obern Seite haben dieselben ihrer ganzen Länge nach eine nuthförmige Vertiefung (Fig. II u. III, 22. Fig. IV, 29), eine Coulisse, in welche der Schlitten der Rinne eingeschoben ist (Fig. II, 23). Bei einer weissen Nymphe zeigt diese Coulisse vier deutliche Contouren. Der Raum zwischen den beiden mittleren Contouren ist heller als die beiden ihm zu Seiten liegenden Räume, weil das Licht von dem Object zwischen den mittleren Contouren nur zweimal, bei den äusseren dagegen viermal gebrochen wird. Diese Coulissen reichen nicht ganz bis zum Ende der Stechborsten (Fig. IV, 29). Letzteres ist massiv und sehr spitz. Ausserdem sind die Stechborsten ihrer ganzen Länge nach hohl. In diese Höhlung reicht ein Tracheenast (Fig. IV, 39) und ein Nervenstrang (Fig. IV, 38) fast bis zur massiven Spitze hinein. Oft tritt die Trachee von der Spitze etwas zurück und erscheint geschlängelt. Daraus kann geschlossen werden, dass die Höhle verhältnissmässig geräumig ist. Von welchen Hauptstämmen aber diese Stränge ausgehen, konnte ich durch directe Beobachtung nicht nachweisen. Kurz vor der Spitze sind die äusseren Ränder der Stechborsten mit 6—10 rückwärts gerichteten, sägezähne-

rückweichen. Der Stachel selbst besteht aus drei Theilen, nämlich einer an der Spitze gezähnten Rinne, und zwei gleichfalls rückwärts gezähnten Borsten, die so scharf sind, dass man bei mittlerer Vergrösserung ihre eigentliche Spitze noch nicht erkennt. Die sägenartige Beschaffenheit ihrer Ränder erklärt das häufige Steckenbleiben des Stachels in der Wunde. An der Wurzel dieses Wehrapparats liegt eine Giftblase, deren Inhalt auf der Rinne abfliesst.«

artigen Widerhaken (Fig. II. III. IV, 24) besetzt. Letztere sind sehr spitz und die Ursache, das der Stachel nicht blos in einer Fleischwunde stecken bleibt, sondern auch nach dem Losreissen von seiner Anheftung bei fortgesetzter Muskelcontraction noch weiter in die Wunde einzudringen vermag. Eigenthümlich erscheint es, dass die Bienen bei ihren Kämpfen unter sich den Stachel wieder zurückzuziehen vermögen, während er in der Haut und den Muskeln der Wirbelthiere ausnahmslos stecken bleibt. Dies hat seinen Grund darin, dass bei letzteren das Fleisch nach dem Eindringen des Stachels sofort wieder in seine verdrängte Lage zu gelangen sucht. Es füllt daher augenblicklich die Räume oberhalb der Widerhaken aus. Beim Zurückziehen müssten die Widerhaken die Muskelfasern durchsägen oder durchreissen. Der Widerstand der durchbohrten Muskelfaser ist aber grösser als der Zusammenhang der Anheftung des Stachels und er reisst daher ab. Sticht aber die Biene durch eine Chitinhaut, so wird das Verhältniss anders. Die Chitinhäute schliessen sich nämlich nicht so schnell und vollständig wieder als die weiche Muskelmasse. Je weiter aber die Biene mit ihrem pfriemerförmigen Stachel die Chitinhaut durchsägt, desto grösser wird die entstehende Oeffnung und desto weniger werden dann die Widerhaken an den steifen Rändern der letzteren anstreifen und den Stachel zurückhalten.

Die Stechborsten laufen unter jenen abgehobenen Rändern des Rinnenkropfes auf den Schlitten hinweg (Fig. V, 10 u. 34) und werden von denselben gehalten. Zugleich steigt aber unter dem Rinnenkropf von jeder Stechborste eine Platte schiefwinklig in die Höhe (Fig. IV u. V, 32 a–b u. 33). An ihren hintern Rändern sind diese Platten dick chitinisirt. Nach vorn verlaufen sie in eine biegsame und durchsichtige Haut (Fig. IV, 33), die mit ihrem Rande der innern Kropfwand angewachsen ist. Liegen die Stechborsten in Ruhe, so ist die Haut dieser Platten ausgespannt. Werden aber dieselben nach aussen geschoben, so biegen sich diese Häute so weit um, als die Stechborsten von hinten nach vorn aus ihrer Lage gerückt werden (Fig. V, 33).

Hinter diesen Platten sind die Schenkel der Stechborsten nach oben gebogen (Fig. IV, 34) und umschliessen von unten aus die Rinnenschenkel scheidenförmig (Fig. VII u. IX). Sie sind ebenfalls weich und biegsam und ihre Ränder mit Häuten besetzt (Fig. IV, 35 u. 36), von denen die innern sich mit einander verbinden und eine zusammenhängende Haut bilden (Fig. VIII, 36). Diese Haut schlägt sich mit ihrem hintern Rande nach unten und aussen um und inserirt sich auf der letzten Bauchschiene. Dadurch ist die Leibeshöhle nach unten geschlossen und dem Stachel zugleich ein Spielraum zur ungehinderten Bewegung gelassen. Die äussere Haut steigt nach oben und verdeckt die vorhandenen Durchgänge des Stachels. Den hintern Enden der bogenförmigen Stechborstenschenkel sind die gekrümmten Winkelarme (Fig. VII, 52) gelenkartig eingefügt (Fig. IV, 37).

b. Das Knöpfchen.

Dasselbe sitzt dem eigentlichen Stachel wie ein Stecknadelkopf auf. Es besteht aus zwei gleichartigen Hälften und seine einzelnen Theile sind immer paarig vorhanden. Zwei paarige Stücken davon sind plattenartig ausgebreitet und gleichen ihrer Form nach einem Oblongum und einem Quadrat.

4. Die zwei oblongen Platten

sind nach aussen gewölbt und legen sich ihrer Länge nach mit ihren concaven Flächen dem Rinnenkropf seitlich an (Fig. VII, 49 u. 50; Fig. VIII, 49). Der obere Rand derselben ist seiner ganzen Länge nach verdickt und springt nach innen vor (Fig. VII, 46 u. 47). Dadurch erhalten diese Platten ihre Stärke und Unbiegsamkeit. Nach hinten gehen sie ziemlich plötzlich auf der untern Seite in derbe Stiele (Fig. VII, 48a-b) über, die in die Rinnenschenkel gelenkartig eingefügt sind. Die unteren Ränder der oblongen Platten legen sich in

5. die Rinnenwulst

um. Auf dem Scheitel des Rinnenkropfes vereinigen sich die Verlängerungen dieser Ränder und bilden eine Haut. Diese Wulst ist also eigentlich auch als ein paariges Gebilde zu betrachten. Ihre dorsale Fläche ist kahl, die ventrale dagegen dicht mit kurzen und starken Haaren besetzt (Fig. IX, 65). Mit ihrem hintern Ende ist sie an dem freien Rande des Rinnenkropfs befestigt. Der vordere Rand schlägt sich nach hinten etwas um, ist dann kahl, steigt in die Höhe und geht in den Mastdarm über. Seine aufsteigenden Seiten sind mit den vordern Plattenrändern verwachsen und schliessen dadurch den Inhalt der Leibeshöhle nach aussen ab. Bei der Action des Stachels schlägt sich diese Wulst etwas um und zieht sich nach hinten mit dem After zurück.

Die vorderen Ränder der oblongen Platten verschmälern sich in

6. die Stachelscheiden.

Diese Verlängerungen laufen nach vorn spitz zu und sind auf der innern Fläche rinnenförmig ausgehöhlt und kahl (Fig. VII, 44 u. 45). Ihre äussere Seite ist gewölbt und behaart (Fig. VII, 42 u. 43). Im Zustande der Ruhe umgeben die beiden Rinnen den eigentlichen Stachel wie eine Scheide. Wird der Stachel aus dem Hinterleib hinausgestossen, so nehmen die Stachelscheiden eine aufrechte Stellung an und entblössen die Stachelspitze. Etwa bei dem hintern Drittel (Fig. VII, 57 u. 58) der verdickten Ränder der oblongen Platten sind

7. die Winkel

mit ihren geraden Schenkeln (Fig. VII, 53 u. 54) gelenkartig eingefügt. Nach den Scheiteln zu verdicken sich letztere etwas. Sie sind aber kürzer und schwächer als die anderen, die gekrümmten Arme (Fig. VII u.

VIII, 51 u. 52). Letztere biegen sich merklich nach aussen, steigen mit ihren verschmälerten Enden über die Rinnenschenkel hinüber und fügen sich den gebogenen Schenkeln der Stechborsten articulirt ein (Fig. VII, 37). Den Scheiteln dieser Winkel sind

8. die quadratischen Platten

eingefügt (Fig. VII, 55 u. 56, 61 — 64). Auf drei Seiten sind die Ränder dieser Platten nach innen vorspringend verdickt. Die stärkste Verdickung ist auf die obersten Ränder (Fig. VII, 61 u. 62) verlegt. An dem einen Ende sind dieselben halbkreisförmig erweitert (Fig. VII, 63 u. 64) und am andern Ende nach hinten in je einen kurzen Stiel zusammengezogen, mit dem sie eingefügt sind. Die Flächen dieser Platten sind wellenförmig. Im Ruhezustand bedecken die quadratischen Platten theilweise die oblongen. Die vorderen Ränder sind, wie schon oben angegeben, mit der aufsteigenden Haut der Rinnenwulst verwachsen.

B. Die Musculatur des Stachels.

Ausser dem erwähnten Zusammenhange stehen die Chitintheile des Stachels noch durch zehn kräftige Muskeln unter einander in Verbindung, welche die Bewegung derselben einleiten und dirigiren. Dieselben sind ebenfalls auf die beiden Hälften gleich vertheilt und also paarig vorhanden. Vier Paare davon sind an den innern Flächen der Chitintheile, das fünfte Paar auf der äussern Fläche des Knöpfchens befestigt.

Unterm Mikroskop zerfallen die Muskelbündel in lauter stielrunde, dicke, quergestreifte Fasern. Besondere Bänder, denen sie wie bei den Antennen aufgewachsen wären, habe ich nicht finden können. Sie müssen daher den obersten Chitinschichten eingewachsen sein.

Die folgenden Namen der Muskeln habe ich nach ihrer Stellung und Anheftung gewählt und darnach dieselben in vier schiefe und sechs gerade Muskeln getheilt.

a. Die schiefen Muskeln.

Sie zerfallen wieder in die äussern und innern schiefen Muskeln.

1. Die zwei äussern schiefen Muskeln.

Diese Muskeln (Fig. IX, *Aa* u. *Ab*) sind zwar gross und mächtig, aber trotzdem entziehen sie sich leicht der Beobachtung, da sie beim Losreissen des Stachels gewöhnlich im Bienenleibe zurückbleiben. Am leichtesten kann man sie betrachten, wenn man die Bauchseite des Bienenabdomens bis zur ausgerandeten Schwanzschiene so aufschneidet, dass der Stachel von der Scheere nicht verletzt wird. Legt man die Bauchschienen dann vorsichtig aus einander, befestigt sie auf der Unterlage und hebt die Luftsäcke behutsam auf die Seite, so treten diese Muskeln, indem man die Stachelspitze noch etwas in die Höhe hebt, mit ihren In-

sertionsstellen deutlich dem Blick entgegen. Weil diese Muskeln nicht so leicht als die übrigen zu beobachten sind, so haben sie verschiedene Anatomen übersehen.

Mit ihren Köpfen sind diese Muskeln den innern seitlichen Vorsprüngen der vorletzten Rückenschiene angewachsen (vergl. Fig. IX, 67 *a* u. *b*). Mit ihren Schwänzen sitzen sie in den äussern Vertiefungen der quadratischen Platten. Sie laufen daher schief an den Seiten des Abdomens vom Rücken nach dem Bauche und vom hintern Leibesende nach dem Kopfe zu. Nach aussen sind sie von einer chitinartigen Haut bedeckt (Fig. IX, 36 *b*), durch welche nun also auch die Leibeshöhle zu beiden Seiten von aussen abgeschlossen ist. Diese Haut lässt dem Stachel ebenfalls einen weiten Spielraum in seiner Bewegung nach aussen zu. In derselben Gegend, in welcher die schiefen Muskeln auf der Aussenseite der quadratischen Platten angewachsen sind, haben sich

2. die zwei innern schiefen Muskeln

mit ihren Schwänzen auf der innern Fläche derselben inserirt (Fig. IX, *Ba* u. *Bb*). Dieselben verlaufen in diametraler Richtung über die quadratischen Platten nach der Basis der Stachelscheiden zu und sind dort an denselben mit ihren Köpfen angewachsen.

b. Die geraden Muskeln.

Von den geraden paarigen Muskeln sind

3. die zwei Gabelmuskeln

am mächtigsten (Fig. IX, *Da* u. *Db*). Mit ihren Köpfen sind dieselben da angewachsen, wo die Schenkel der Gabel vereinigt sind und verdecken dadurch grösstentheils die Gabel. Sie laufen mit dem Rinnenkropf parallel und heften sich mit ihren Schwänzen der innern concaven Fläche der oblongen Platten an.

4. Die zwei Schenkelmuskeln.

Diese Muskeln (Fig. IX, *Ca* u. *Cb*) sitzen mit ihren Köpfen an den Enden der Rinnenschenkel und mit ihren Schwänzen an der halbkreisförmigen Verdickung der Ränder der quadratischen Platten. An denselben Stellen ist der Stachel an den Rückentheilen in der Leibeshöhle aufgehängt und sind auch

5. Die zwei Winkelmuskeln

mit ihren Schwänzen inserirt (Fig. IX, *Ea* u. *Eb*). Von da aus laufen letztere über die Schwänze der innern schiefen Muskeln hinweg und sind mit ihren Köpfen theils den geraden, theils und hauptsächlich den gekrümmten Armen der Winkel aufgewachsen.

Sämmtliche Muskeln wirken wie alle quergestreiften Muskeln. Durch die Contraction ihrer Fasern erweitern sich ihre Querdurchmesser und

verkürzen sich die Längsdurchmesser. Alle verschiebbaren Theile, die damit zusammenhängen, werden dadurch zur Veränderung ihrer gegenseitigen Lage genöthigt. Zur Contraction werden sie durch die eingesenkten Nervenstränge bestimmt. Bei den Gabelmuskeln (Fig. IX, 77) und den inneren schiefen Muskeln (Fig. IX, 76) konnte ich die Einsenkung der Nervenstränge, die von dem hintersten Bauchganglion (Fig. IX, 74) ausgingen, beobachten. Natürlich gehen aber auch zu den andern Muskeln Nervenstränge; aber es ist mir nicht gelungen, dieselben nachzuweisen.

Um unsere Abbildung (Fig. IX) nicht zu überladen und undeutlich zu machen, habe ich die bilateralen Tracheen, die sich mit ihren zahlreichen Aesten über die Muskeln verbreiten, weggelassen.

Im Laufe dieser Abhandlung habe ich an den betreffenden Stellen dargethan, wie der Leibesinhalt an allen Seiten von aussen abgeschlossen ist. Nur durch eine kleine Oeffnung könnte das Blut der Biene noch einen Ausweg finden: nämlich durch das Lumen der Rinne entlang. Diese Oeffnung ist aber durch den Hals

C. der Giftblase

verschlossen (Fig. IX, 69—73), welche hinter den aufsteigenden Platten der Stechborsten der Innenwand des Rinnenkropfes ringsum angewachsen ist. Nach der Leibeshöhle zu erweitert sich derselbe in eine verhältnissmässig voluminöse Blase, in die Giftblase, die plötzlich wieder in ein langes Rohr übergeht, das sich kurz vor seinem Ende in zwei blind endigende Arme theilt. Dieses Rohr reicht ziemlich weit in die Leibeshöhle vor. Die Wände desselben, so wie die der Blase, sind muskulös. Sie treiben durch ihre Contraction das Gift in die Stachelrinne, das dann auf den Stachelborsten tropfenweise (Fig. III, 28) abfliesst. Kann es nicht in eine Wunde fliessen, so wird es auf der Bauchschiene des Schwanzes abgestreift und verdunstet. In die Giftblase tritt es nicht wieder zurück.

Nun muss ich noch des *v. Siebold*'schen Schlauches gedenken. *Leuckart* betrachtet ihn als zum Stachel gehörig und nimmt an, dass seine Aussonderungsstoffe (wie er aus dem Geruch schliessen zu dürfen glaubt, den man bei einem Bienenstich, der in's Gesicht applicirt wird, wahrnehme) die Gelenke des Stachels einschmiere. Ich habe, wie *v. Siebold*, ebenfalls keinen directen Zusammenhang dieses Gebildes mit dem Stachel nachweisen können und daher hier nur eine Andeutung davon gegeben.

II. Der Mechanismus des Stachels.

Die Bewegungen des Stachels werden durch die zehn Muskeln, die oben beschrieben wurden, hervorgebracht. Von ihnen werden entweder alle Theile des Stachels in eine andere Lage zu ihrer Umgebung ge-

bracht, oder nur einzelne Theile des Stachels verändern ihre normale Stellung. Darnach haben wir zu betrachten:

A. Die Bewegung des ganzen Stachels.

a. Das Vorschieben des Stachels.

Dasselbe hat den Zweck, den Stachel aus dem Hinterleib herauszustossen. Dabei verändern nicht alle Theile des Stachels in gleicher Zeit ihre normale Stellung gleichweit, sondern einzelne Theile legen einen grösseren Weg als die übrigen zurück; ja zwei Punkte desselben sind so gut als ruhend zu betrachten. Um diese bewegen sich die andern in einem Bogen. Sie sind die Drehpunkte und da sie in einer Ebene liegen als ein einziger hier zu betrachten. (In der schematischen Fig. X liegt der Drehpunkt in *F*.)

Die Kräfte nun, welche den Stachel aus seiner Lage treiben sollen und in der Contraction der Muskeln liegen, brauchen, mechanisch ausgedrückt, Stütz- und Angriffspunkte. Die paarigen Stützpunkte dieser Kräfte sind die dorsalen Vorsprünge des Skelets, weil an ihnen die äussern schiefen Muskeln befestigt sind (Fig. X, *St*). Die Stellen, wo letztere mit ihren Schwänzen auf den quadratischen Platten sich inseriren, sind die Angriffspunkte der Kräfte (Fig. X, *G*). Die Stützpunkte liegen weit nach aussen in der Richtung, nach welcher der Stachel bewegt werden soll. Da überhaupt die paarigen Muskeln immer in gleicher Richtung und gleichzeitig wirken, so wollen wir im Folgenden der Uebersichtlichkeit halber nur von der einen Hälfte dieses Mechanismus reden.

Contrahirt sich nun der äussere schiefe Muskel (Fig. X, *A*), so wird die quadratische Platte (*Fzy*) angezogen und rückt dem Stützpunkt (*St*), einen Bogen beschreibend, um so viel näher, als sich der Muskel verkürzt hat. Der Stiel der quadratischen Platte (y) ist aber dem Winkel (*wxy*) eingefügt und liegt mit dem gekrümmten Arm (*yx*) desselben in ziemlich gerader Richtung. Wenn nun der Stiel der quadratischen Platte der Bewegung der letzteren folgen muss, so wird ersterer zunächst auf den geraden Arm des Winkels (*yw*) wirken müssen und dadurch die oblonge Platte (*stu*) nach unten drücken. Der Insertionspunkt des Stiels der oblongen Platte (*u*) ist aber in diesem Falle als feststehend zu betrachten und die Wirkung des nachhaltigen Drucks wird daher hauptsächlich die vordern Theile der oblongen Platte treffen. Dadurch wird die Stachelscheide nach unten geschoben und die Spitze des Stachels entblösst. Beide Theile werden sich aber nur so weit niederdrücken lassen, als es die Spannung des innern schiefen Muskels (*B*) erlaubt und dieselben sich der Bauchschiene auflegen. Die übrige Kraft wird dann erst unter starker Reibung den Stachel aus dem Hinterleib herausziehen. Durch diese Einrichtung würde aber der Stachel nicht nur sehr schwer, sondern auch unvollständig bewegt werden können.

Das vollständige und mit Leichtigkeit ausgeführte Vorschieben des Stachels wird durch die gleichzeitige Contraction des innern schiefen Muskels (B), dessen einer Anheftungspunkt mit dem Angriffspunkt des andern Muskels zusammenfällt (G) und dessen anderer Anheftungspunkt an der Basis der Stachelscheide (t) liegt, erreicht. Contrahirt sich nämlich dieser Muskel gleichzeitig mit jenem, so hebt er dessen oben erwähnte Wirkung auf die oblonge Platte nicht blos auf, sondern sucht die oblonge Platte und den geraden Arm des Winkels nach hinten zu drängen. Dies kann aber nicht vollständig erfolgen, weil der äussere schiefe Muskel nach vorn zieht. Es wird nun jetzt der Insertionspunkt des geraden Winkelarms (w) zu einem Drehpunkt und der verdickte Rand der oblongen Platte zu einem Hebel mit zwei ungleichen Armen (uw u. wt). Der innere schiefe Muskel zieht nun aber das äusserste Ende des längern Hebelarms nach hinten. Wird nun der längere Arm des Hebels rückwärts gezogen, so muss sich der kürzere Arm desselben und mit ihm der daran befestigte Stachel nach aussen schieben. Gleichzeitig wird dadurch auch der Rinnenschenkel etwas nach unten gedrückt und dies ist um so leichter zulässig, weil er sich an seiner Basis ohne grossen Kraftaufwand biegen lässt. Haben die Chitintheile des Stachels die erwähnte Stellung unter sich eingenommen, so wird dann der ganze Stachel noch um so viel aus dem Hinterleib hervorgetrieben werden, als der äussere schiefe Muskel sich weiter zu verkürzen im Stande ist. Natürlich wird die kleinste Stelle, um welche der Stachel nach aussen rückt, auch eine dem Obigen entsprechende Veränderung der Stellung der einzelnen Theile zu einander zur Folge haben. (In unserer Fig. X sind die Muskeln Av u. Bv um ein Viertel ihrer ursprünglichen Länge verkürzt.)

Durch diesen Mechanismus ist es auch zugleich gegeben, dass die Stachelspitze nach oben geschoben wird (Fig. X). Die Biene würde aber dabei nur beschwerlich von ihrer Waffe Gebrauch machen können und das herausgedrückte Gift würde entweder wieder zurückfliessen oder nur in ganz unbeträchtlichen Mengen an seinen Bestimmungsort gelangen. Die nöthige Senkung der Stachelspitze wird von der Biene durch die Veränderung der Richtung der Längsachse ihres Abdomens bewerkstelligt. Nach dem Hervorstossen des Stachels ist die Längsachse des letzteren nur eine Verlängerung der Hinterleibslängsachse, welcher ja die Biene durch die zahlreichen Muskeln der Hinterleibssegmente jede beliebige Richtung geben kann.

b. Das Zurückziehen des Stachels.

Soll der Stachel wieder zurückgezogen werden, so hört die Contraction der betreffenden Muskeln auf und die straffe Spannung der tangirten Theile ist gehoben. In ihre frühere Stellung können sie nur wieder durch eine andere Kraft zurückgebracht werden. Diese Kraft liegt in dem Schenkelmuskel (Fig. X, C). Contrahirt sich dieser Muskel, so müssen seine

Befestigungspunkte, der Drehpunkt (F) und das Schenkelende der Rinne einander näher rücken. Ehe dies aber geschehen kann, so müssen der obere Rand der quadratischen Platte (Fy) und der gekrümmte Winkelarm (yx) eine gebrochene Stellung zu einander einnehmen. Der Druck, den sie von den beiden obigen Punkten auf den Scheitel des Winkels (y) ausüben, pflanzt sich durch den geraden Winkelarm auf die oblonge Platte fort und drückt sie in ihre normale Lage nieder. Gleichzeitig wird damit die stärkere Biegung des Rinnenschenkels gehoben. Dadurch gelangen der gekrümmte Winkelarm und der obere Rand der quadratischen Platte wieder in ihre frühere geradlinige Stellung. Die Rinne des Stachels folgt nun dem Zuge des Schenkelmuskels und der Stachel legt sich in seine ursprüngliche Lage wieder vollkommen zurück.

Es ist selbstverständlich, dass die Stechborsten gleichzeitig Theil nehmen an der Bewegung der Rinne. Ist der Stachel aus dem Abdomen hervorgeschoben, so bewegen sie sich dann ausserdem noch selbstständig.

B. Die Bewegung der Stechborsten.

a. Das Vorschieben derselben.

Dieser Vorgang ist weit einfacher als der eben beschriebene und seine Erklärung deshalb leichter und kürzer. Will die Biene die Stechborste hin und her bewegen, so zieht sie zunächst den Gabelmuskel zusammen (Fig. XI, D). Wenn sich derselbe verkürzt, so hebt sich das freie Ende der Gabel (Fig. V, 17) von dem Rinnenkropf ab und schlägt sich in einem Bogen nach unten zurück. Dadurch wird einestheils der Rinnenkropf etwas gehoben und die Stachelspitze gesenkt, aber anderntheils wird das umgebogene Ende des Gabelschenkels, einen Bogen nach aussen beschreibend, auf den verdickten Rand der aufsteigenden Platte der Stechborste drücken und sie dadurch nach aussen schieben. Der bogenförmige Schenkel der Stechborste muss natürlich, auf dem Schenkel der Rinne hingleitend, mit dem gekrümmten Arm des Winkels folgen und letzterer rutscht mit seiner nach aussen gerichteten Krümmung über den Stiel der oblongen Platte hinweg. Der Drehpunkt des Winkels liegt dann an der Einfügung seines geraden Arms in den Rand der oblongen Platte (w).

b. Das Zurückziehen der Stechborsten.

Soll die Stechborste wieder zurückgezogen werden, so hört die Contraction des Gabelmuskels auf und der gespannte Winkelmuskel zieht sich zusammen (Fig. XI, Ev). Letzterer zieht nun den gekrümmten Winkelarm zurück und diesem folgt die Stechborste mit ihren einzelnen Theilen in ihrer ganzen Länge. Die aufsteigende Platte wird daher wieder rückwärts auf das Schenkelende der Gabel drücken und diese in ihre frühere Lage zurücklegen.

Ist aber die Biene, wenn sie die Stechborsten in Muskelfasern gebohrt hat, nicht im Stande, diese zurück zu ziehen, so wird der Druck des Winkelmuskels auf den geraden Arm des Winkels erhöht und vermöge desselben nach dem Obigen die Rinne nachgeschoben und in die entstandene Wunde mit eingeführt. Dadurch gelangt dann die Stechborste wieder in eine actionsfähige Stellung.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXXVII.

Die Erklärungen der bezifferten Theile des Stachels haben für alle Figuren, bei denen dieselben Nummern wieder auftreten, die gleiche Geltung.

Fig. I. Die Stachelrinne mit ihren bogenförmigen Schenkeln und der Gabel von unten und seitlich gesehen (100 Mal vergr.)

1. Die concave und 2. die convexe Fläche der Rinne. 3. Vorderes Ende derselben. 4. Rinnenkropf. 5. Hinterer Rand des letztern. 6. Linker Schlitten. 7. Rechter Schlitten. 8. Linker u. 9. rechter Rinnenschenkel. 10. Der rechte und 11. der linke abgehobene Rand des Rinnenkropfs. 12. Basis eines Rinnenschenkels. 13. u. 14. Die Anheftungspunkte der Gabelschenkel. 15. Linker u. 16. rechter Schenkel der Gabel. 17. Die zu einer Platte verwachsenen Gabelschenkel. 18. u. 19. Articulationsstellen der Stiele der oblongen Platten.

Fig. II. Das vordere Stück eines Stachels von oben betrachtet. (Vergrössert).

20. Die linke u. 21 die rechte Stechborste. 22. Die Coulisse der linken Stechborste 23. Der rechte Schlitten der Rinne im Durchschnitt. 24. Die seitlichen Widerhaken der rechten Stechborste. 25. Die Widerhaken der linken Stechborste. 26. Spitze der linken Stechborste. 27. Spitze der rechten Stechborste.

Fig. III. Vorderes Stück eines Stachels von unten gesehen. (Vergr.)

28. Die hervorgestossenen Gifttropfen.

Fig. IV. Die rechte, isolirte Stechborste von oben gesehen. (100-mal. vergr.).

29. Die Coulisse derselben. 30. Innere und 31. äussere Seite der Stechborste. 32 *a*. Aufsteigende Platte derselben. 32 *b*. Hinterer, verdickter Rand derselben. 33. Vorderer, dünnhäutiger, der innern Fläche des Rinnenkropfs angewachsener Rand der Platte. 34. Bogenförmiger Schenkel der Stechborste. 35. Aeussere Chitinhaut. 36. Innere Chitinhaut. 37. Insertionsstelle des gekrümmten Winkelarms. 38. Nervenstrang. 39. Tracheenast.

Fig. V. Rechte Hälfte des Rinnenkropfs von innen betrachtet. (Vergrössert.)

40. Das umgebogene Endstück des rechten Gabelschenkels. Bei 33 ist die Anheftstelle der umgeschlagenen Haut der Stechborstenplatte deutlich zu erkennen.

Fig. VI. Der Rinnenkropf von der Seite und von hinten betrachtet. Die Schenkel sind entfernt. (Vergrössert.)

Fig. VII. Das Skelet eines Stachels auseinandergeschlagen und von innen gesehen. (60 Mal vergrössert.)

41. Stachelspitze. 42. u. 43. Aeussere, behaarte Flächen der beiden Stachelscheiden. 44 u. 45. Innere, concave Flächen derselben. 46 u. 47. Die verdickten Ränder der beiden oblongen Platten. 48*a* u. *b*. Die Stiele der letztern. 49 u. 50. Die zwei oblongen Platten. 51. Der gekrümmte Arm des Winkels der rechten Hälfte. 52. Derselbe der linken Hälfte. 53 u. 54. Die geraden Winkelarme. 55 u. 56. Die gelenkartigen Einfügungsstellen der quadratischen Platten. 57 u. 58. Die Einfügungsstellen der geraden Winkelarme. 59. Die rechte u. 60. die linke quadratische Platte. 61 u. 62. Die verdickten obern Ränder derselben. 63 u. 64. Die in Form eines Halbkreises verlaufenden Enden der erwähnten Ränder.

Fig. VIII. Das Skelet des Stachels von der Seite und unten betrachtet. (Vergrössert.)

65. Wulst des Rinnenkropfs. 66. Mastdarm mit dem After.

Fig. IX. Der vollständige Stachel mit der Giftblase und dem letzten Bauchganglion, auseinander geschlagen und von innen gesehen (100 Mal vergr.).

67. *a* u. *b*. Die beiden innern Vorsprünge der Rückenschiene. 68. Hals der Giftblase. 69. Die Giftblase. 70. Die Röhre der Giftblase. 71 u. 72. Die beiden blind endigenden Gänge derselben. 73. Die Theilungsstelle derselben. 74. Das letzte Bauchganglion. 75. Eine Längscommissur derselben. 76. Ein Nervenstrang, der sich in den innern schiefen Muskel (*Bb*) senkt. 77. Ein Nervenstrang, der in den Gabelmuskel (*Da*) geht.

Aa. Der äussere schiefe Muskel der linken Seite. *Ab*. Derselbe der rechten Seite. *Ba*. Der innere schiefe Muskel der linken Seite. *Bb*. Derselbe der rechten Seite. *Ca*. Der linke Schenkelmuskel. *Cb*. Der rechte Schenkelmuskel. *Da*. Der linke Gabelmuskel. *Db*. Der rechte Gabelmuskel. *Ea*. Der linke und *Eb*. der rechte Winkelmuskel.

Fig. X. Schematische Darstellung der Bewegung des ganzen Stachels nach aussen. Die punktirten Figuren stellen die Theile des Stachels in normaler Lage dar; die schattirten dagegen im vorgeschobenen Zustand.

78. Letzte Bauchschiene. *F*. Drehpunkt = Fig. IX, 68. St. Stützpunkt = Fig. IX, 67*b*. *G*. Angriffspunkt = der Stelle, wo die Muskeln *Ab* u. *Bb* auf der quadratischen Platte inserirt sind. *A*. Der äussere schiefe Muskel = Fig. IX, *Ab*. *Av*. Derselbe verkürzt. *B*. Der innere schiefe Muskel = Fig. IX, *Bb*. *Bv*. Derselbe contrahirt. *C*. Der Schenkelmuskel = Fig. IX, *Cb*. Dreieck *stu*. Die oblonge Platte = Fig. VII, 49. Dreieck *Fzy*. Die quadratische Platte = Fig. VII, 59. Dreieck *wyx*. Der Winkel = Fig. VII, 51. $w = 58$. $y = 55$. $x = 37$. $u = 19$. Die Pfeile bezeichnen die Richtung, nach welcher die Muskeln ziehen.

Fig. XI. Schematische Darstellung der Bewegung einer Stechborste. Die schattirten Theile sind in derselben Lage wie die schattirten Theile der vorigen Figur wiedergegeben. Das gegitterte Dreieck *wyx* ist das schattirte Dreieck *wyx*, wenn es vorgeschoben ist.

D. Der Gabelmuskel = Fig. IX, *Db*. *Dv*. Derselbe verkürzt. *E*. Der Winkelmuskel = Fig. IX, *Eb*. *Ev*. Derselbe verkürzt. *H*. Der Gabelschenkel im Zustand der Ruhe = Fig. I, 16. *I*. Derselbe vorgeschoben. *K*. Stechborste in der Ruhelage = Fig. IV. *L*. Dieselbe vorgeschoben = Fig. II, 21.

Ueber das Gesetz der Erzeugung der Geschlechter bei den Pflanzen, den Thieren und dem Menschen.

Kritische Bearbeitung einer Schrift des Herrn M. Thury

von

Dr. H. A. Pagenstecher, Professor in Heidelberg.

Unter dem Titel »Mémoire sur la loi de production des sexes chez les plantes, les animaux et l'homme« hat Herr M. Thury, Professor an der Akademie zu Genf vor ganz kurzer Zeit eine kleine Schrift veröffentlicht, welche grosses Interesse erregt, weil es sich in derselben nicht allein um Theorien im Sinne des Titels handelt, sondern um praktische Resultate, welche schwer in's Gewicht fallen.

Da die Schrift sich nicht im Buchhandel befindet, es aber dennoch nicht in der Absicht des Verfassers liegt, aus seinen Versuchen und Erfahrungen ein Geheimniss zu machen, er vielmehr die besten Früchte von seiner Entdeckung zu ernten hofft, wenn dieselbe erst an zahlreichen Orten geprüft wurde und Segen brachte, so bedarf eine eingehende Besprechung wohl keiner Entschuldigung. Auch wird man denken dürfen, dass eine solche Schrift gerade jetzt recht bekannt werden muss, wo zu ihrer ausgedehnten experimentellen Prüfung durch Gründung immer neuer zoologischer Gärten zahlreiche Gelegenheit geboten ist. Werden doch auch, wenn der Inhalt jener Schrift sich richtig erweist, wenn er auch nur einen Wegweiser zu den richtigen Principien in dieser Frage bietet, ja wenn die Schrift, ohne Rücksicht auf die dem Verfasser vorschwebenden Theorien, durch die in ihr niedergelegten Beobachtungen nur eine praktische Lösung der wichtigen Frage über eine Erzeugung der Geschlechter nach Wahl birgt, neben der grossen Schaar der Züchter unserer Hausthiere, davon die zoologischen Gärten einen ganz ausgezeichneten Gebrauch machen können.

Was die Behandlung betrifft, welche ich der vorliegenden Materie zu Theil werden lassen will, so habe ich geglaubt, mich nicht auf Auszüge aus dem Inhalte der Schrift des Herrn *Thury* beschränken zu dürfen. Ich will vielmehr zusehen, ob sich nicht diese Erfahrungen des Herrn

Thury, zusammengenommen mit dem, was uns aus früheren Beobachtungen mitgetheilt worden ist, auf einer breiteren Basis, als die ist, von welcher Herr *Thury* ausgeht, zu einer etwas reelleren Vorstellung vom Gesetze der Zeugung ausnutzen lassen und so an der mir ungenügend erscheinenden Theorie des Herrn *Thury* eine Berichtigung versuchen.

In Betreff der Umstände, welche nach den bisherigen Erfahrungen auf die Bestimmung des Geschlechtes der Nachkommenschaft einzuwirken scheinen, kann ich mich kurz fassen. Ich brauche sie nur anzudeuten, nicht auszuführen.

Es ist hier namentlich nicht der Ort, auf die abenteuerlichen Vorstellungen der Alten über die Ursachen, welche das Geschlecht bestimmen, einzugehn. Den Lesern ist der treffliche Artikel *Leuckart*'s über »Zeugung« in *Wagner*'s Handwörterbuch der Physiologie bekannt und zugängig, und wir können in Betreff des Abschlusses, der sich bis vor 10 Jahren für jene Theorien ergab, auf diese gründliche Arbeit verweisen. Der Gedankenentwickelung in diesem Aufsatze lag dann das Axiom zu Grunde, welches *Geoffroy St. Hilaire*, *Home*, *Joh. Müller* u. A. angenommen hatten, dass der Embryo anfangs geschlechtslos sei und die Möglichkeit der Geschlechtsentwickelung nach zwei Richtungen besitze. Dann muss die Art der Entwickelung durch die äusseren Verhältnisse, d. h. durch solche Umstände bestimmt werden, welche ausserhalb des Embryo's liegen. Die Eigenschaften der Mutter müssen dabei natürlich mit in Rechnung kommen, es werden sogar in sehr vielen Fällen äussere Einflüsse nur als in der Art wirkend gedacht werden können, dass sie zunächst Eigenschaften der Mutter alteriren.

Dagegen würden, wenn diese Theorie oder auch nur das, allerdings, wie es scheint, sie nothwendig bedingende Axiom von einer Periode der Indifferenz des Embryo in Betreff der Geschlechtsverhältnisse richtig ist und streng genommen werden soll, und wenn man ferner dabei, wie wohl gewöhnlich geschieht, annimmt, dass die Befruchtung den Anstoss zur Embryonalbildung und nur diesen gebe, und nicht etwa das Sperma auch über den Zeitpunkt dieser ersten Anregung hinaus noch Antheil an der frühesten Ernährung des Embryo habe, solche äussere Umstände in Eigenschaften des Vaters und des Sperma nicht gesucht werden dürfen. Weder die Qualität noch die Quantität des Sperma oder andere bei der Begattung und Befruchtung concurrirende Momente könnten von Einfluss auf das Geschlecht des Embryo sein. Ja wir müssen auch alle die Verhältnisse, welche vor der Befruchtung das Ei berührt haben, die doch durch die Mutter einwirkten, sowie das Alter des Eies, von vorn herein, für in dieser Beziehung gleichgültig erklären.

Denn wenn noch im Embryo ein Zustand vollkommener Indifferenz besteht, so kann nicht beim ersten Anstoss zu dessen Bildung das Geschlecht bedingt gewesen oder durch die Art der Befruchtung bedingt worden sein.

Dabei dürfen wir uns jedoch nicht verhehlen, dass die oben als gewöhnlich bezeichneten und deshalb mit in Rechnung gesetzten Annahmen keineswegs als unbedingt oder überall zutreffend gelten dürfen. Was zunächst die Function des Sperma (sammt zugemischten Secreten) betrifft, so habe ich vor fast vier Jahren bei Besprechung der Begattung von Vesperugo pipistrellus darauf aufmerksam gemacht, dass die ungeheure Menge des in jenem Falle eingebrachten Sperma nicht wohl umhin könne, auch auf die eigentliche Ernährung der in den Uterus gelangenden Eier einigen Einfluss zu üben (Verhandlungen des Naturhist. Medizin. Vereins zu Heidelberg. I. p. 195). In dieser Beziehung dürfte es interessant sein die Beutelthiere mit den mehrpaarigen *Cowper*'schen Drüsen und gewisse Nager, wie Hamster und Ratte, oder Insectivoren, wie den Igel, wegen der colossalen Entwickelung accessorischer Geschlechtsdrüsen des männlichen Geschlechtes, bei Gelegenheit in Untersuchung zu nehmen.

Zweitens aber stellt es sich immer mehr heraus, dass wenn auch meistens eine Umwandlung des Eies in der Richtung der Embryonalbildung ohne Befruchtung nicht oder doch nur in minimalen Anfängen beobachtet wird, in diesem Verhältnisse doch sehr grosse Verschiedenheiten bestehen. Dort, wo man sich also im Stande sähe, schon vor der Befruchtung von einer Embryonalanlage zu sprechen, könnte man immerhin schon dann von einem in Betreff der Geschlechtsentwickelung indifferenten E m b r y o reden, und bei einem solchen könnte dann auch vielleicht die Befruchtung selbst zu den äusseren Momenten zählen, welche die Geschlechtsrichtung dieses indifferenten Embryo zu bestimmen vermögen. Bei der zwingenden Nothwendigkeit, welche uns aus den Thatsachen überall entgegentritt, in den morphischen sowohl, als in den physiologischen Erscheinungen der Thierwelt lieber relative als absolute Unterscheidungen zuzulassen, würden wir das im Principe auf die Befruchtung im Allgemeinen anwenden dürfen und es würde uns ziemlich unwesentlich erscheinen können, ob man im einzelnen Falle von einem geschlechtlich indifferenten E m b r y o oder von einem geschlechtlich indifferenten E i zu sprechen habe, welch letzteres immer auf dem Wege zur Embryonalentwickelung, wenn gleich aus sich selbst verschieden weit voran schreitend, gedacht werden muss.

Dass nun aber wirklich der Act der Befruchtung je nach den Eigenschaften des Vaters von Einfluss auf das Geschlecht des Embryo's sei, sollte man denken, gehe schon aus den Beobachtungen *Hofacker*'s hervor. Nach diesen liefern in sehr bestimmter Weise beim Menschen vom 24. Jahre an aufsteigend und ebenso von einem bestimmten Alter an beim Schafe ältere Väter entsprechend eine grössere Zahl männlicher Nachkommen. Es kann eingewendet werden, es müssten in diesen Tabellen, in welchen es sich doch immer nur um ein Mehr oder Weniger handle, noch viele weitere Umstände in Rechnung gebracht werden und es liege

mehr ein zufälliges Zusammentreffen als eine so bestimmte und einfache Regel vor.

In Betreff des Einflusses, welchen Umstände, in dem Zustande der Mutter liegend, auf die Geschlechtsbestimmung der Nachkommenschaft haben, sind ebenfalls bereits in dem Artikel *Leuckart*'s die Versuche und tabellarischen Zusammenstellungen fremder Erfahrungen von *Giron de Buzareingues*, *Hofacker*, *Morel de Vindé*, *Sadler* und andern mitgetheilt, welche theils durch geschlechtskräftigeres Alter, theils durch bessere Ernährung der Mutter eine Ueberzahl der weiblichen Nachkommenschaft begründet erachten liessen.

Die neuere Literatur über diese Fragen stellte Professor *Keferstein* in den Jahresberichten der Zeitschrift für rationelle Medizin für 1858—1860 in Band XIII und für 1861 in Band XVI zusammen. Wir möchten daraus hier einmal in Betreff des Alters der Mutter noch die Tabellen von *Martegoute* erwähnen, nach welchen einmal im Allgemeinen starke Schafmütter mehr Schaflämmer geben, dann aber in der ersten Zeit der Brunst der Heerde, so lange der Bock noch kräftig ist, mehr Böckchen, in der Höhe der Brunstzeit bei vielfacher Beschäftigung des Bockes mehr Schaflämmer, bei Nachlass und Erholung des Bockes wieder mehr Böckchen erzeugt werden. Zweitens die Beobachtungen von *Nasse* und *van den Bosch*, welche im Allgemeinen beweisen, dass, wenn der Bock älter ist als das Mutterschaf, mehr Böckchen fallen. Da beide Beobachtungen ganz verschiedene Fragen behandeln, so hätte der Herr Referent wohl nicht sagen dürfen, dass sie einander widersprächen. Die durch *Ploss* weit ausgeführten Mittheilungen über Vermehrung der weiblichen Nachkommen durch gute Ernährung der Mutter erscheinen nach *Wappaeus* und *Breslau* von sehr zweifelhaftem Werthe.

Wir müssen nun aber daran erinnern, dass durch die Arbeiten in der Frage der Parthenogenesis, besonders durch die Bemühungen des Pfarrer *Dzierzon*, *von Siebold*'s und gerade wieder *Leuckart*'s die betreffenden Verhältnisse der Bienen klar zu machen, für die Erkenntniss der Ursachen der Geschlechtsbildung ein ganz neuer Gesichtspunkt eröffnet worden ist, der hier nicht ausser Acht gelassen werden darf.

Es scheint bekanntlich nach den wundervollen Beobachtungen und mühsamen Untersuchungen und Experimenten dieser ausgezeichneten Männer sicher zu sein, dass die weiblichen Bienen, wenn sie, im Zustande vollkommen entwickelter Weiblichkeit, als Königinnen, zufällig nicht befruchtet wurden, oder aber, wenn sie als unvollkommen entwickelte Weibchen, oder Arbeiterinnen, Begattung und Befruchtung überhaupt nicht erleiden konnten, durchaus nur männliche Eier ablegen, dass dagegen durch Berührung mit Sperma die Eier weiblich werden.

Das Eierlegegeschäft tritt jedoch bei unbefruchteten Bienen selten ein und zur Ergänzung der Beobachtung wurden solche Bienenköniginnen herangezogen, welche nach Verbrauch des früher durch Befruchtung em-

pfangenen Sperma oder ähnlicher Vernichtung der Befruchtungsmöglichkeit nur noch männliche Eier legen, welche nicht zu seltene Erscheinung die Bienenwirthe als Drohnenbrütig-werden bezeichnen.

Umgekehrt legen, an ältere Beobachtungen anknüpfend, wie *v. Siebold* des Genaueren herausstellte, die Weibchen gewisser Psychiden (Schmetterlinge, welche wegen der eigenthümlichen Lebensweise den deutschen Namen »Sackträger« erhielten), wenn sie nicht befruchtet wurden, nur weibliche Eier und zwar thun sie das ganz regelmässig und ohne Zögern. Werden sie dagegen befruchtet, so mischen sich Männchen unter die Brut. Aeltere Autoren schoben diese Geschlechtsverschiedenheit der Nachkommenschaft auf die Differenz der Futterpflanzen und zählten sie mit als Beweis für die geschlechtsbestimmende Wirkung gewisser äusserer Umstände. Die betreffenden Untersuchungen können jedoch noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden.

Weiter müssen wir hier die zum Theil schon seit *Leeuwenhoek, Cestoni* und *Réaumur*, vollkommener seit *Bonnet* bekannte Thatsache anführen, dass die Blattläuse während eines grossen Theils des Jahres unbefruchtet lebende Junge gebären, welche erst nur weiblich und erst ganz zuletzt in vollkommener Entfaltung der Körpergestalt männlich und weiblich gemischt erscheinen, worauf dann nach Befruchtung die Weibchen E i e r ablegen.

Endlich haben wir nach einzelnen früheren halben Beobachtungen nunmehr genaue Mittheilungen von *Barthélemy*, nach welchen besonders der Seidenspinner, aber auch andere Schmetterlinge, z. B. der Wolfsmilchschwärmer, unbefruchtete Eier ablegen, die, wenn auch mit viel grösserer Sterblichkeit, ausschlüpfen können, wenn sie der ersten Brut des Jahres angehören, die aber nie den Winter überleben.

Wenn wir diese besonderen Erfahrungen, denen übrigens auch noch andere angereiht werden könnten, mit den gewöhnlichen über die Entwickelung des Embryo und die Bedeutung der Befruchtung für dieselbe zusammenzufassen versuchen, so möchte sich aus dem Angedeuteten nunmehr ein gemeingültiges Princip für die bisherigen Beobachtungen fassen lassen, wie folgt:

Die Entwickelung des Embryo im Ei ist von äusseren Umständen beeinflusst, sie kann an und für sich durch solche begünstigt, behindert und auch sonst beeinflusst werden. Einer der gewichtigsten und meist weitaus der bedeutendste dieser Umstände wird durch die Befruchtung gegeben. Es ist selten, dass ohne dieselbe überhaupt eine Embryonalentwickelung vollkommen durchgeführt wird. Ist das in einzelnen Fällen doch der Fall, so sind die so entstandenen Embryonen zum Theil durch eine geringere Lebensenergie, zum Theil durch die Unfähigkeit die eine oder die andere Geschlechtsentwickelung durchzumachen charakterisirt. Eine solche Unfähigkeit kann unter besonderen Umständen, so im Hochsommer bei den Aphiden wieder gelöst werden, vielleicht indem diese Umstände

ähnlich wirken, wie sonst die Befruchtung und also für diese eintreten, deren Mangel neutralisiren.

Von diesem neuen Gesichtspunkte aus würde die Theorie vom geschlechtlich indifferenten Embryo nicht mehr in allen Fällen haltbar sein und auch die freiere Fassung, welche wir diesem Axiom durch Substitution von Ei für Embryo zu geben suchten, würde nicht genügen.

Es würde gerade im Gegentheil angenommen werden müssen, dass das Eichen für sich einen bestimmten in ihm aus seinen Qualitäten eingeleiteten Process durchlaufe, der, wenn er überhaupt zur Embryonalvollendung führen kann, zuweilen ein bestimmtes Geschlecht für den Embryo als nothwendiges Endresultat bedingt, dass aber dieser Process durch äussere Einwirkung besonders aber durch die Befruchtung modificirt werden könne, so dass nun das entgegengesetzte Geschlecht oder doch eine Mischung der Geschlechter in der mehrfachen Brut sich ergäbe. Das vollendete Ei hätte also bereits möglicher Weise eine geschlechtliche Disposition und das Sonderbarste hierbei möchte am Ende wohl scheinen, dass diese Disposition weder durchgreifend als weiblich noch als männlich erscheint. Ich glaube jedoch, dass, wenn wir, was wir hier für verschiedene Thiergruppen scharf entgegengesetzt sehn, so viel weniger bestimmt ausgeprägt in andern Gruppen annehmen, dass manchmal die Individuen innerhalb einer Art sich in gleicher Weise verschiedener zeigen als hier Arten oder Gattungen, oder dass doch wenigstens bei geringerer Bestimmtheit der innern Prädisposition des Eies den verschiedenen äusseren Momenten eine grössere und wechselndere Bedeutung für die Geschlechtsbestimmung gewahrt bleibt, wir richtiger schliessen werden, als wenn wir Alles nach e i n e r Schablone angeordnet dächten. Glücklicherweise schützt uns vor letzterem Fehler der Zufall, dass neben den Bienen auch die Psychiden bekannt wurden.

Wir behalten uns vor, später zuzusehen, wie in diese aus den bisher bekannten Thatsachen gezogenen Schlüsse die neuen Mittheilungen von *Thury* passen und begnügen uns vorerst durch die Zusammenordnung der im Einzelnen unsern Lesern wohlbekannten Thatsachen den Standpunkt bezeichnet zu haben, auf welchem, wie wir meinen, in diesem Augenblicke die Lehre von den Ursachen der Geschlechtsbildung angekommen ist. Bevor wir jedoch ganz dazu übergehn, die Ansichten und Erfahrungen *Thury*'s auseinander zu setzen, müssen wir noch einmal zu *Leuckart*'s Arbeit über die Zeugung zurückkehren.

Unter andern werden daselbst als Stütze der verfolgten Ansichten die Versuche von *Knight* angeführt, nach welchen Melonen und Gurken bei hoher Temperatur nur männliche, im andern Falle dagegen nur weibliche Blüthen trügen. Diese Einwirkung äusserer Umstände auf die Geschlechtsbestimmung wurde durch Versuche von *Mauz* bestätigt. Es zeigen sich dabei Wärme, Licht und Trockenheit, gegenüber dem das weib-

liche Element begünstigenden Schatten, der Feuchtigkeit und der Düngung, als so starke Begünstiger des männlichen Elements, dass sogar noch bei bereits blühenden Pflanzen eine Umwandlung hervorgerufen wird. Im Falle wir jedoch diese Erfahrung mit denen zusammenstellen wollen, welche wir als über Einflüsse gemacht oben anführten, die bei Thieren auf das Geschlecht der Nachkommenschaft wirken, so dürfen wir dabei nicht vergessen, dass die Verhältnisse der Geschlechtserzeugung hierbei eigentlich nicht dieselben sind. Denn die Pflanze liefert in diesen Fällen nicht, je nach Art der äussern Einflüsse, auf dem Wege der Erzeugung in Geschlechtsorganen entweder männliche oder weibliche Samenkörner, welche den Eiern der Thiere analog sein würden, sondern sie lässt an ihrem Körper durch ungeschlechtliche Knospung männliche oder weibliche Blüthen, also nur für die Geschlechtsfunction bestimmte Individuen hervorsprossen. Wir dürfen also nicht ohne weiteres von den hier gemachten Beobachtungen Schlüsse auf die geschlechtliche Fortpflanzung, sei es der Pflanzen selbst, sei es der Thiere, machen. Ja es scheint sogar von vorn herein die Vermuthung dagegen zu sprechen, dass äussere Einflüsse, welche in einer sich sehr rasch und nur für den Geschlechtsdienst entwickelnden Blüthe die Art der Geschlechtsentwickelung zu bestimmen vermögen, das eben so leicht für ein Samenkorn zu Stande brächten, in dessen minimalem, vorläufig ruhenden, zu langsamer Ausbildung der Gesammtpflanze bestimmten Keime die Entwickelung der Geschlechtsorganisation noch tief verborgen liegt. Was demnach etwa für diklinische Blüthen auf monöcischem Stock, oder auch für Geschlechtsthiere hydroider Colonien oder auch die Einzelthiere der Polypenstöcke gelten mag, kann nicht sofort auf diöcische Pflanzen und selbstständige Einzelthiere getrennten Geschlechts angewandt werden. Auf alle Fälle kann die Befruchtung, ein äusseres Moment, welches sich bei geschlechtlicher Vermehrung zuweilen als von so hoher Bedeutung für die Geschlechtsbestimmung der Nachkommenschaft erwies, bei ungeschlechtlicher Vermehrung neben den übrigen etwa variirenden äusseren Umständen gar nicht in Rechnung kommen und das dürfte uns warnen, auch in umgekehrter Richtung aus den Vorgängen bei der ungeschlechtlichen Vermehrung nicht zu dreist auf die bei der geschlechtlichen zu schliessen.

Die hier mitgetheilte Erfahrung *Knight*'s habe ich im Voraus auf ihre Anwendbarkeit für die Theorie der Experimente *Thury*'s besprochen, weil sie für *Thury* selbst den Ausgangspunkt seiner Betrachtungen, welche wir nunmehr wiedergeben wollen, bildet. *Thury* erschliesst aus jener Beobachtung Folgendes:

»Die Wärme wirkt mittelbar auf die Pflanzen, indem sie eine vollständigere Verarbeitung der Säfte und deshalb eine vollendetere Reifung der Organe bedingt; es entspricht demnach die Erzeugung des männlichen Elements einer weiter vorgeschrittenen Reifung oder einer vollständigeren Entwickelung.«

»Die meisten Pflanzen mit getrennten Blüthenständen und besonders diejenigen, welche *Knight's* Versuchen zu Grunde lagen, sind nun eigentlich in diesen Blüthenständen hermaphroditisch und erscheinen nur durch einseitige Verkümmerung diklinisch. Das bewies *Thury* für den weiblichen Kolben und die männlichen Blüthenwedel des Mais. In den Blüthen der Wedel bleiben fast alle Pistille, in denen der Kolben fast alle Staubfäden rudimentär. Dieser mehr accidentellen Geschlechtsausprägung gegenüber ist die Geschlechtstrennung der Thiere principiell und es muss viel schwieriger sein, bei ihnen die Umstände zu beobachten, welche die Entwickelung des männlichen oder weiblichen Geschlechts begünstigen, als bei den Pflanzen. Bei letzteren wird der Experimentator viel leichter im Stande sein über die geringen Kräfte, welche das ursprüngliche Gleichgewicht der beiden Elemente zu erschüttern vermögen, zu gebieten.«

»Der Schwerpunkt der Frage liegt nun darin, zu wissen, ob man die Kräfte, welche die Entwickelung der im Principe schon vorhandenen Geschlechter bedingen, gleich erachten darf mit denjenigen, welche die ursprüngliche Bestimmung des Geschlechtes gaben. Das erscheint nur dann zulässig, wenn wir eine principielle Identität der beiden Geschlechter annehmen. Dann würde also dieselbe Kraft das Geschlecht bedingen und fortwirkend es entwickeln und vollenden. Kennen wir diese Kraft in ihrer späteren Thätigkeit, so kennen wir sie auch im Beginn. Jedenfalls müssen wir die Annahme, dass diese Kräfte zu vereinigen seien, so lange festhalten, als sich ihr nichts Bestimmtes entgegenstellt, denn der Naturforscher darf nicht unnütz die Kräfte vervielfältigen.«

»Ueber die schon oben betreffs der principiellen Gleichheit der mit männlichen und der mit weiblichen Organen versehenen Blüthen gemachten Bemerkungen hinaus hebt nun *Thury* ferner die Identität der beiderlei Geschlechtswerkzeuge der Pflanzen selbst, der Staubfäden und Pistille hervor. Diese verräth sich besonders hübsch beim Mohn durch gelegentliche Umwandlung von Staubfäden in Stempel.«

»Arbeiten, welche *Thury* gemeinsam mit *Hollard* machte, überzeugten ihn, dass auch im Thierreiche die beiderlei Geschlechtsapparate nach dem gleichen Plane gebaut, also ursprünglich identisch sind und dass auch hier die Geschlechtsverschiedenheiten aus entsprechenden Differenzen in Weise und Grad der Entwickelung erklärt werden müssen.«

»Da wir nun als Ursachen für derartige Differenzen bei den Pflanzen solche finden, welche eine vollendetere Reifung der Organe bedingen, so muss bei der Gemeinsamkeit des sexuellen Lebens zwischen Thieren und Pflanzen für die Thiere dasselbe angenommen werden, und es muss im Leben des Thieres einen Augenblick geben, in welchem der Umstand, dass um diese Zeit eine vollendetere Entwickelung, eine grössere Reife

erlangt worden ist, die Geschlechtsbestimmung zu Gunsten des männlichen Geschlechts entscheidet.«

»Die secundäre Geschlechtsbestimmung, die Bildung männlicher oder weiblicher Blüthen an diklinischen Stöcken, kann bei der Pflanze sehr spät eintreten in einseitiger Verkümmerung hermaphroditisch angelegter Blüthen, die primäre, die Bildung männlicher und weiblicher diöcischer Individuen, verbirgt sich in beiden Reichen in der Nacht der uranfänglichen Bildungen.«

»So ist die Geschlechtsentwickelung beim Menschen schon im zweiten Monate des embryonalen Lebens zu Stande gekommen. Um zu erkennen, ob dieselbe der Befruchtung vorausgeht oder folgt, müsste man zusehn ob bei künstlicher Befruchtung der Eier eierlegender Thiere die ältesten, deren Entwickelung (ceteris paribus) am weitesten vollendet ist, Männchen geben, ja man könnte sogar prüfen, ob bei Thieren, welche befruchtete Eier ablegen, die zuletzt gelegten, also diejenigen, welche vermuthlich am meisten Zeit zur Reifung hatten, Männchen geben.«

Wir müssen uns hier erlauben, den Gedankengang des Verfassers zu unterbrechen. Die letzte Vermuthung, dass später abgelegte Eier mehr Zeit zur Reifung gehabt hätten, können wir nicht zugeben, denn die Entwickelung derselben hat im Allgemeinen auch später begonnen. Wäre sie begründet, so würde man in den vom Verfasser zur Untersuchung vorgeschlagenen Fällen beide Male die ältern Eier, wenn auch ein Mal vom Augenblicke der Ablage an und ein Mal vom Augenblicke der ersten Entstehung bis zur Ablage vor uns haben. Ist denn aber ferner das ältere Ei, dasjenige, welches, wie der Verfasser sich ausdrückt, mehr Zeit zur Reifung hatte, auch wirklich das gereiftere? An die Stelle der Raschheit der Entwickelung unter begünstigenden Umständen, welche in gewissem Sinne und für gewisse Eigenschaften eine grössere Reifung bedingen mag, können wir nicht geradezu das Alter, die längere Zeitdauer setzen, welche in gewissen Entwickelungsprocessen unbedingt nicht für die, eine Raschheit der Entwickelung begünstigenden, äussern Umstände eintreten kann. Ja es könnte sehr fraglich erscheinen, ob nicht im Gegentheil gegen Ende der Eiablage gerade am wenigsten gereifte Eier mit entleert werden, weil der Process der Eiablage einmal im Gange ist und der Organismus nun zu seinem Abschlusse drängt.

Wenn es sich nun aber doch erwiese, dass ältere Eier oder später abgelegte sich zu männlichen Embryonen entwickeln, so würde die Mangelhaftigkeit der theoretischen Deduction uns die Würdigung der Thatsachen nicht verkümmern, es würde nur die Zurückführung dieses Ergebnisses auf die Beobachtung *Knight*'s, in der Art wie *Thury* sie macht, beanstandet werden müssen.

Das erste Factum, auf welches in Folgendem *Thury* sich beruft, ist die Beobachtung *Huber*'s, dahin gehend, dass, wenn bei den Bienen die Befruchtung frühzeitig stattfinde, Weibchen geboren würden, während bei

verspäteter Befruchtung die Eier nur Männchen gäben. Genauer verglichen, ergeben *Huber*'s Mittheilungen, dass derselbe allerdings einige sehr hübsche Versuche über Verzögerung der Begattung bei Bienen machte. Während eine solche Verzögerung, wenn nur bis zum 16. Tage nach der Geburt der Königin ausgedehnt, die gewohnte Reihenfolge in der Geburt weiblicher und männlicher Eier nicht änderte, machte sie, wenn bis zum 21. und 23. Tage geführt, die Königinnen drohnenbrütig. Es besteht also in *Huber*'s Beobachtungen ein voller Gegensatz zwischen frühbefruchteten und dadurch weiblichen und spätbefruchteten und dadurch männlichen Eiern nicht. Nun wussten aber schon *Huber* und noch ältere Bienenwirthe, dass die Arbeiterinnen der Bienen, für welche nie eine Befruchtung möglich ist, Drohneneier legen. Da kann nun wohl kaum angenommen werden, dass die Eier der geschlechtlich unvollkommenen Arbeiterinnen an sich vollkommener seien als die der Königinnen und dadurch männlich würden, und von einer Befruchtung, welche gerade eine Zeit der grösseren Reife des Eies treffend, in demselben das männliche Princip entwickelt oder fixirt, kann nun für sie gar keine Rede sein. Endlich ist die oben erwähnte Thatsache, dass auch Bienenköniginnen unbefruchtet männliche Eier legen, nun schon seit fast 20 Jahren bekannt. Es ist also wohl sicher, dass die verspätete Befruchtung der *Huber*'schen Fälle dem Ausfallen der Befruchtung überhaupt gleichkam.

Thury glaubt zweitens, einigen Grund zu haben anzunehmen, dass beim Geflügel der Hühnerhöfe aus den zuletzt gelegten Eiern der Brut Hähne hervorgingen. Herr *Thury* führt für diese Annahme keine Beweise an und sie darf deshalb hier nicht mitzählen. Wir können aber nicht umhin, darauf hinzuweisen, wie leicht es für die zoologischen Gärten sein würde, diesen Satz auf die Probe zu stellen und wie lohnend diese Experimente sein dürften, wenn Herrn *Thury*'s Annahme sich gerechtfertigt erweist (ganz vorbehaltlich der daraus zu ziehenden theoretischen Schlüsse).

Man nehme zu diesen Versuchen eine Anzahl Hennen, von denen man erwartet, dass sie sich zum Brutgeschäft hergeben, falls man nicht Brütmaschinen anzuwenden gedenkt. Man sondere dieselben und zeichne die Eier, welche eine jede in das nur ihr zugängige Nest legt, mit Orddungsnummern der Tage nach der Reihenfolge der Ablage. Dann vertausche man die Eier der verschiedenen Hennen so, dass die Eier der für die einzelnen Hennen zusammengelegten Brut möglichst nahe stehende Zahlen tragen. Hat man z. B. sechs Hennen und hat die Eiablage bis zum Beginne des Brütens 30 Tage gedauert, so erhält eine Henne nur Eier mit den Nummern 1—5, die zweite 6—10, die dritte 11—15, die vierte 16—20, die fünfte 21—25, die sechste 26—30. So wird der Zweifel vermieden, der nothwendig entsteht, wenn ich die Eier einer Henne, obwohl bezeichnet, ihr allein zum Bebrüten belasse. Man würde im letzteren Falle selten bestimmt wissen, aus welcher Schale die Hähnchen

und Hühnchen herrühren. Bei unserem Verfahren kann man dagegen ruhig abwarten, bis sich in der heranwachsenden Brut der einzelnen Hennen Hähnchen und Hühnchen gut unterscheiden und zählen lassen, denn die ganze Schaar hat Nummern nahezu gleichen Werthes.

Nimmt man nun reine Eier von deutlich unterscheidbaren Rassen und bekannten Eltern, wie das für sechs Stück sammt den Hähnen den zoologischen Gärten sehr leicht fallen muss, so kann man das Experiment leicht noch auf die Fehlerquellen untersuchen oder die Modificationen finden, welche etwa aus den besonderen Eigenschaften der einzelnen Paare, namentlich dem Alter der beiden gepaarten Gatten, hervorgehen.

Wenn es somit sehr leicht ist, am Federvieh diese und vielleicht auch andere, noch mehr dem Experimente, welches *Thury* mit den Kühen machte, und welches wir sogleich erwähnen werden, gleichende Versuche zu machen, Versuche, welche nebenbei bemerkt bei dem vorhandenen Material nichts kosten als einige Aufmerksamkeit, so liegt es auf der Hand, welch grosser Lohn aus dem etwaigen Erfolge gezogen werden kann.

Man denke sich, man könne von edlen Hühner-Rassen einfach dadurch, dass man die Eier entweder wenige Tage nachdem sie gelegt wurden, oder erst spät in die Brütmaschine oder unter die Brüthenne bringt, oder dadurch, dass man die ersten oder die späteren Eier des Jahres wählte, nach Auswahl die Geschlechter erhalten, man könne z. B. bei Kampfhähnen oder bei zu Kapaunen bestimmten Rassen machen, dass man fast nur Hähnchen, bei guten Leghühnern, dass man fast nur Hühnchen bekomme, man dürfe das Alles auf Truthühner, Fasane u. s. w. anwenden: Nun ich glaube, ich kann mir die weitere Ausführung dieses Gedankens ersparen, den Hühnerologen wird es schon bei dem blossen Gedanken schwindeln.

Aber wir müssen wiederholen: die Beweise hierfür fehlen bei Herrn *Thury* vor der Hand. Zeit und Umstände erlaubten ihm auch nicht, solche Erfahrungen in Versuchen an anderen Thieren weiter zu verfolgen und er entschloss sich, unmittelbar zu entscheidenden Versuchen an Säugethieren zu schreiten. Er fand hierbei Unterstützung von Herrn *Georges Cornaz*, Verwalter des berühmten Hofes von *Montet*, Canton Waadt in der Schweiz.

Da die Eichen der Säugethiere sich bei Beginn der Brunst vom Eierstocke ablösen und die Befruchtung während der ganzen Dauer der Brunst also in verschiedener Reife erleiden können, so wies Herr *Thury* Herrn *Cornaz* an, die Kühe am Anfange der Brunst bespringen zu lassen, um Kuhkälber, am Ende um Stierkälber zu erhalten. Eine der Schrift beigedruckte Notiz des Herrn *Cornaz* bestätigt den glücklichen Erfolg dieses Verfahrens. Wir reihen einen Auszug dieser Notiz zunächst ein:

»Herr *Cornaz* bescheinigt (unter dem 10. Febr. 1863) in derselben, dass er am 18. Februar 1861 von Herrn *Thury* vertrauliche Mittheilun-

gen erhalten habe, deren Gegenstand eine experimentelle Prüfung des Gesetzes, welches die Erzeugung der Geschlechter bei den Thieren beherrscht, bildete, dass er die Angaben *Thury*'s bei seiner Rinderheerde benutzt habe und dass er durchweg ohne einen Fehlgriff die vorausgesetzten Resultate erhielt. Zuerst züchtete er von Schwyzer-Kühen mit einem reinen Durham-Stier hinter einander 22 Kuhkälber, welche von den Züchtern gesucht wurden, während man die Stierkälber nur zum Schlachten hätte verkaufen können. Dann zog er mit einer reinen Durham-Kuh einen reinen Vollblut-Stier zum Ersatz des alten, der sehr viel gekostet hatte, und endlich unter Auswahl nach Farbe und Grösse unter den Kühen sechs gekreuzte Durham-Schwyzer-Stiere, welche zur Arbeit bestimmte trefflich passende Gespanne bilden. In allen 29 von ihm selbst geleiteten Fällen erhielt *Cornaz* a b s o l u t das gewünschte Resultat. Er betrachtet die Methode des Herrn *Thury* als r e e l l und g a n z s i c h e r und hofft, derselbe werde bald alle Viehzüchter und Ackerbauer den Vortheil derselben geniessen lassen können«.

Die hier in höchst glaubwürdiger Weise verzeichneten Erfolge sind ganz ausserordentlich, es ist nicht wohl anzunehmen, dass der Zufall ein so wunderbares Spiel ausführe und die Möglichkeiten so den Wünschen eines Gutsbesitzers anpasse.

Aber es scheint mir, dass wir die somit gemachte Entdeckung, vorausgesetzt, dass sie durch weitere Erfahrungen wenigstens im Allgemeinen bestätigt wird, ganz wohl nach gleichem Princip erklären dürfen, wie es den seltsamen aus der Insectenwelt geschilderten Thatsachen zu Grunde liegend gedacht werden musste. Dann würden wir, weil *Thury*'s Theorie auf jene nicht anwendbar erschien, nach seinem eignen Lehrsatze, eine unnütze Annahme neuer Bedingungen vermeidend, beide Vorgänge principiell gleich erklären und auch für die Säuger *Thury*'s Theorie verwerfen müssen.

Wir würden dann also vielleicht annehmen dürfen, die Entwickelung des Eies zum Embryo, welche ursprünglich in der Richtung zur Bildung des männlichen Elements angebahnt wird, könne zwar ohne Befruchtung nie vollendet werden. Der Zeitpunkt, in welchem die Befruchtung noch früh genug kommen würde, um die Entwickelung des Embryo überhaupt noch möglich zu machen, falle jedoch später als der Zeitpunkt, in welchem sie spätestens eintreten muss, falls sie noch auf das Geschlecht Einfluss haben soll. Eine frühzeitige Befruchtung würde dann also die dem Ei inhärirende Geschlechtsrichtung umändern können, aber doch wohl nicht immer umändern müssen, eine späte würde das nicht thun können, aber doch noch die Entwickelung des Embryo sichern, eine noch spätere Einwirkung des Sperma würde ein überhaupt nicht mehr befruchtungsfähiges, d. h. nicht mehr einer weiteren Entwickelung fähiges Ei treffen. Nur durch die Befruchtung würde im Ei oder in dem sich in ihm entwickelnden Keime etwas einer plötzlichen Umwandlung

Aehnliches eintreten können, wie es *Thury* mit dem Ausdruck v i r e bezeichnet, ohne solche würde die Entwickelung im Ei in bestimmtem gleichbleibenden Gange der Vollendung oder der Vernichtung entgegen gehn.

Unter diesen Gesichtspunkt glaube ich können wir alle bekannten Thatsachen, einschliesslich der Mittheilungen des Herrn *Thury*, zusammenfassen. Wir haben Thiere, deren Eier ohne Befruchtung sich ausschliesslich zu einem oder ausschliesslich zum anderen, oder auch zu beiden Geschlechtern entwickeln. Bei einigen ist eine solche Entwickelung ohne Befruchtung Regel, bei anderen Ausnahme in verschiedenen Graden der Seltenheit. Bei den letzteren übt die Befruchtung einen fördernden oder auch sichernden Einfluss auf die Entwickelung des Eies, in mehreren Fällen ändert die Befruchtung die Geschlechtsbestimmung der in den Eiern sich entwickelnden Keime.

Dieselbe Verschiedenheit der primären einseitigen Geschlechtsbestimmung der Eier erscheint annehmbar bei solchen Thieren, deren Eier sich ohne Befruchtung, so viel wir wissen, nicht entwickeln oder ihre Entwickelung doch nicht vollenden können, und es ist sehr wohl denkbar, dass die Befruchtung, deren Bedeutung für die Entwickelung an sich hier weit grösser ist, auch hier einen wenn auch vielleicht entsprechend geringeren Einfluss auf die Geschlechtsbestimmung der Eier übt.

Statt eines einzigen Factors, des Alters der Eier, können dann dabei sehr wohl die den Eiern inhaftende Energie ihre eigne Bahn zu verfolgen, sowie Qualität und Quantität der befruchtenden Materie, sowie ausserhalb des Geschlechtslebens liegende äussere Momente von Einfluss sein und es kann bei verschiedenen Thierarten, sowie bei den verschiedenen Individuen innerhalb derselben Art der Erfolg sich anders gestalten, als es allein nach *Thury*'s Theorie möglich sein würde. Es kann dann, um nur ein Beispiel anzuführen, *Hofacker*'s Versuchsreihe sehr gut untergebracht werden, was bei *Thury*'s Erklärung nicht möglich erscheint.

Der Zeitpunkt, in welchem dann das Ei eine gewisse Qualität erreicht hat, welche dem Sperma nicht mehr erlaubt, eine geschlechtsbestimmende Wirkung zu üben, würde dann nicht einseitig vom Ei abhängen und deshalb auch für das einzelne Ei nicht absolut bestimmt sein. Man dürfte erwarten, dass ein kräftigerer Stier noch später in der Brunstzeit weibliche Kälber erzeugen könnte als ein älterer.

Es dürfte uns nun nicht wundern, wenn wir nach Analogie der Psychiden bei anderen Thieren, deren Eier der Befruchtung bedürfen, entdeckten, dass sie, wenn spät befruchtet, W e i b c h e n erzeugten. Endlich dürfte es Fälle geben, in welchen der Zeitpunkt der Befruchtung sich gleichgültig erwiese, weil die Befruchtung nicht über den Augenblick hinaus verschiebbar, bis zu welchem sie auch auf das Geschlecht

bestimmend einwirken kann, ein Ei trifft, welches, vorher indifferent in Betreff der Geschlechtsrichtung vorgehend, durch sie gleichzeitig zur Entwickelung überhaupt und zur Ausbildung eines Geschlechtes bestimmt wird.

Das von *Claudius* mit zahlreichen Beispielen erläuterte Gesetz, dass mit einander verwachsene, von einem Chorion umhüllte und durch denselben Mutterkuchen ernährte Zwillinge, dasselbe Geschlecht haben (dessen auch *Keferstein* in seinem Referate in Bd. XVI. l. c. gedenkt), wird nach allen Theorien gedeutet werden können, welche den Umständen, welche den Keim treffen, einschliesslich der Befruchtung, einen Einfluss auf die Geschlechtsbestimmung gestatten. Alle solche Umstände werden zwei in einer Eihaut befindliche Keime am ersten gleich afficiren müssen.

Herr *Thury* fügt nun hinzu, dass später Herr *Cornaz* in der Absicht hauptsächlich Kuhkälber zu erhalten sich begnügte, den Knechten Auftrag zu geben, die Kühe bei den ersten Anzeichen der Brunst bespringen zu lassen. Er that dies absichtlich nur obenhin, damit man nicht Verdacht schöpfe, erhielt aber doch weit mehr Kuhkälber.

In den Schlusssätzen der Deduction *Thury*'s stellt sich der Unterschied von unserer Theorie recht deutlich heraus *Thury* sieht das Ei als, wenn unbefruchtet, anfangs weiblich, in späterer Periode in Folge grösserer Vollendung und in einem plötzlichen Umtausch als männlich an, und dieser Zustand wird dann gewissermaassen fixirt durch eine momentane Einwirkung, durch die Befruchtung. Bei Schwäche des weiblichen Genitalapparats sollen möglicher Weise die Eichen diese zweite Periode nicht, bei kräftiger Entwickelung rascher erreichen und der Einfluss des Mannes entsprechend wirken können. Letzteres müsste dann aber gerade umgekehrt geschehen, als das nach *Hofacker* eintritt. In der Zwischenzeit zwischen der weiblichen und männlichen Periode sei die Befruchtung unmöglich, oder was wahrscheinlich, dieser Tausch trete plötzlich ein, wie z. B. das Zerreissen des Keimbläschens, oder wie die Krisen zwischen den geologischen Perioden der Schöpfung. Es scheint aber im Gegentheil, wie wenn gerade um die Zeit der Mitte des betreffenden Eilebens die Befruchtung am leichtesten eintrete, und vielleicht mag es gerade deshalb öfter von an sich nicht bedeutend erscheinenden Umständen abhängen, welches Geschlecht der Embryo erhält. Von den Krisen zwischen den geologischen Perioden möchte auch wohl nicht Jeder so denken wie Herr *Thury*.

Aus der Schlussaufstellung und den praktischen Beobachtungen hebe ich um so mehr die ersten wichtigsten Sätze hervor, als vielleicht einigen Lesern im Vorausgegangenen zu viel Werth auf die Bekämpfung der theoretischen Deductionen gegenüber der Mittheilung der factischen Ergebnisse gelegt erscheint:

1) Das Geschlecht hängt von der Reife des Eies im Augenblicke der Befruchtung ab.
2) Das Ei, welches, wenn es befruchtet wird, noch nicht einen gewissen Grad der Reife erreicht hat, giebt ein Weibchen; ist dieser Grad der Reife überschritten, so giebt das Ei, wenn es befruchtet wird, ein Männchen.
3) Wenn zur Zeit der Brunst ein einziges Ei, vom Ovar abgelöst, langsam durch den Genitalcanal herabsteigt (Thiere, welche ein Junges gebären), so genügt es, dass die Befruchtung am Anfang der Brunst statthabe, um Weibchen zu zeugen, und am Ende, um Männchen zu zeugen, indem die Umwandlung (vire) des Zustandes des Eies normal während der Dauer seines Durchgangs durch den Genitalcanal stattfindet.

Es folgt dann die Anwendung auf Thiere, welche eine grössere Zahl von Eiern bilden, eine Hinweisung zur Beachtung der Erscheinungen der Brunst und endlich die Behauptung, dass dieses Gesetz ein allgemeines sein und für Pflanzen, Thiere und Menschen gelten müsse, wenn auch für manche Fälle es schwer sein möge, es zur Anwendung zu bringen.

Obwohl aus der bisherigen Besprechung die praktischen Anweisungen des Herrn *Thury* sich von selbst ergeben, so sind dieselben doch für den etwaigen Gebrauch bei Landwirthen der Einfachheit halber am Ende in genauer Uebersetzung beigefügt worden.

Möge der Wunsch, den wichtigen Mittheilungen *Thury*'s durch eine gründliche Untersuchung gerecht zu werden, zugleich aber durch Sonderung des Factischen von den Theorien das Bedenken, die letzteren mit vertreten zu müssen, zu beseitigen, den grösseren Umfang, den diese kritische Bearbeitung unter der Hand gewonnen hat, entschuldigen.

Heidelberg, am 7. October 1863.

Pagenstecher.

Den vorstehenden Ausführungen trage ich den Bericht über zwei Mittheilungen nach, welche den besprochenen Gegenstand berühren und welche, in den Nummern 69 und 70 der Bibliothèque universelle et revue Suisse, Archives des sciences physiques et naturelles, 1863 Sept. und Oct. enthalten, mir erst zu Gesicht gekommen sind, nachdem mein Aufsatz schon in den Druck gegeben war.

Die erste (l. c. 91) ist fast nur eine Anzeige über das Erscheinen der Arbeit des Herrn *Thury* von Herrn Professor *J. Pictet* in Verbindung theils mit einem Auszug, nämlich für den ersten Theil, theils mit wörtlicher Wiedergabe, nämlich für das Resumé und die praktischen Bemerkungen, sowie für die Notiz des Herrn *Cornaz*. Es ist jedoch gewiss der Mühe

werth, die einzige Stelle wiederzugeben, in welcher der ausgezeichnete Berichterstatter eine ihm eigene Aeusserung giebt, da aus derselben wohl erhellen dürfte, wo für *Pictet* die Schwäche der Theorie *Thury*'s liegt und in welcher Richtung er das noch dunkle Feld weiterer Untersuchung bedürftig erachtet. *Pictet* sagt (S. 94): »Es scheint, dass der Verfasser in allen seinen Schlüssen von einem allgemeinen Gesichtspunkt ausgeht, den er wohl bezeichnet, den er jedoch nirgends in positiver Art beweist, indem er denselben, wie es scheint, als eine Art Axiom behandelt. Er nimmt an, »»das Geschlechtsleben, den Thieren und Pflanzen gemein, muss in beiden Reichen identischen Grundgesetzen unterworfen sein.«« Wenn das zwischen den beiden Reichen gilt, so muss es noch mehr zwischen den verschiedenen Zweigen desselben Reiches sich so verhalten. Das erlaubt Vieles zu verallgemeinern, aber es bleibt die schwierige Aufgabe, mit Gewissheit die Thatsachen, welche Beziehung zu den Grundgesetzen haben, von den endlos sich ändernden Erscheinungen zu unterscheiden, durch welche dieselben Gesetze in Combinationen sich offenbaren.«

Die zweite Mittheilung ist um so interessanter, als sie den Austausch der persönlichen Ansichten von Männern enthält, welche in diesem Falle ganz besonders mitzureden befugt sind. Es ist das der Bericht des Herrn *Pictet* über die 47. schweizerische Naturforscherversammlung in Samaden. Dieser Versammlung machte Herr *v. Siebold* (l. c. S. 163) die Mittheilung, dass in einem Bienenstock des Herrn *Eugster* zu Constanz beständig Hermaphroditen in grosser Zahl ausschlüpfen. In diesen Zwitterbienen sind die beiden Geschlechter in sehr verschiedener Weise ausgebildet und vertreten, nie aber das weibliche über den rudimentären Zustand der Arbeiterinnen hinaus entwickelt. Diese Eier sind in Arbeiterinnenzellen abgelegt, also, wie wir glauben dürfen, mit dem Willen der Befruchtung, aber die Wirkung der Befruchtung ist nur unvollkommen eingetreten.

Natürlich musste nun die Erfahrung von *Thury* mit dieser Mittheilung von ausserordentlicher Tragweite in Beziehung gebracht werden und *Chavannes* theilte *Thury*'s Beobachtungen im Sinne von *Thury*'s Deutung mit.

Vogt erachtete, die Verschiedenheit hervorhebend, dass im einen Falle zur Entwickelungsfähigkeit Befruchtung nöthig, im andern entbehrlich sei, eine Analogie nur in der Art annehmbar, dass vielleicht in den jüngeren Eiern der Kühe einer geringeren Dicke der Eihaut halber eine grössere Zahl von Samenfäden Eingang finde, in den reiferen deren Eintritt schwieriger sei.

Man erkennt, dass das eine Erklärung ist, welche schon mehr in den Sinn meiner Deutung der Theorie fällt. Nur liegt in der Theorie ebenso wenig ein Grund als in den Beobachtungen, in diesen Fällen die Veränderungen, welche die Einwirkung des Sperma lähmen, als rein mecha-

nisch das Eindringen mindernde oder in der Eihaut (pellicule) liegende zu deuten. Es dürfte eher der Anfang der Umbildung des gesammten Eies auf dem Wege zur Embryonalbildung in Betracht kommen.

Anknüpfend an obige Discussion hat dann auch noch *de Filippi* eine Beobachtung mitgetheilt, nach welcher aus zuverlässig nicht befruchteten Eiern eines japanischen Seidenschmetterlings gesunde Raupen ausschlüpften, und einer gleichen Beobachtung von *Curtis* über den Bombyx Atlas gedacht.

Am 31. October 1863.

Pagenstecher.

Praktische Anweisungen, um nach Belieben Thiere des einen oder des anderen Geschlechtes bei den Rindern zu züchten.

1) Man muss zuerst den Verlauf, den Charakter, die Zeichen und die Dauer der Brunstanzeichen bei der Kuh, mit welcher man Versuche machen will, beobachten. Alle diese Dinge sind bei den einzelnen Thieren etwas verschieden. Man weiss z. B., dass bei verschiedenen Kühen die Brunstzeit zwischen 24—48 Stunden schwankt.
2) Wenn man nun das Thier, an welchem man den Versuch machen will, in dieser Beziehung genau kennt, so verfahre man folgendermaassen:
   a) Um ein Kuhkalb zu erhalten, lasse man die Kuh beim Anfang der Brunst bespringen.
   b) Um ein Stierkalb zu erhalten, lasse man die Kuh am Ende der Brunst bespringen.
3) Man mache den Versuch nicht an Thieren, bei welchen die Zeichen der Brunst nicht scharf ausgeprägt oder unsicher sind, wie man das zuweilen bei fetten Kühen und bei solchen bemerkt, welche man im Stalle hält. Man wähle vielmehr Thiere, die im Freien leben. Man nehme nur gesunde Thiere und solche, die die Artkennzeichen normal besitzen.
4) Man kann dieselben Versuche an Pferden, Eseln, Schafen, Ziegen u. s. w. machen. Obwohl mit diesen Thierarten bisher keine Versuche gemacht wurden, verspricht die Theorie doch für sie die gleichen Ergebnisse wie für die Kühe.

M. Thury.

Reisebericht

von

Herrn Dr. **Carl Semper.**

Briefliche Mittheilung an A. Kölliker.

Mit Tafel XXXVIII u. XXXIX.

Mehrere Jahre liegen zwischen heute und dem Tage, an welchem ich Ihnen den Bericht über meine Studien in Zamboonga sandte, Jahre mühevollen beschwerlichen Reisens, das mir wenig Zeit liess zu zoologisch-anatomischen Arbeiten. Erst im letzten Jahre fand ich wieder Gelegenheit am Ufer des Meeres sorgfältigere Untersuchungen vornehmen zu können; aber leider vergönnten mir die ungünstigen Verhältnisse, in denen ich 13 Monate lang lebte, nicht, mich diesen Studien mit dem Eifer zu ergeben, den ich innerlich dafür empfand.

Mich gänzlich von einer Dysenterie herzustellen, die mich 1861 in den nördlichen Bergen Luzon's befallen hatte, ging ich mit einem kleinen Schiffe nach den Pelew-Inseln, auf denen ich die Aussicht hatte mich 2 — 3 Monate aufhalten zu können. Wider unsern Willen, durch mannichfache widrige Umstände, wurde die Reise über die Gebühr ausgedehnt, aus einer viermonatlichen wurde sie zu einer 13 Monate dauernden; und wenn ich so unfreiwillig viel mehr Zeit für meine dortigen Studien erhielt, so kam es ihnen doch wirklich nur sehr wenig zu Statten. Die unverschämte Neugier der Eingebornen verhinderte mich oft am Arbeiten, noch öfter fehlte mir das Material, das ich mir selbst auch nicht einmal verschaffen konnte; bald ging der Spiritus aus und machte mir selbst das fernere Aufbewahren der Thiere unmöglich. Zwar gewann ich so nach anderer Seite hin eben so viel, als ich hier verlor; leider, möchte ich sagen, denn wenn ich bei geringerer Kenntniss der Sprache und der Sitten der Insulaner die ersten Eindrücke behalten hätte, so würde die Illusion, ein liebenswürdiges Völkchen kennen gelernt zu haben, nicht dem schmerzlichen Gefühle gänzlicher Enttäuschung Platz gemacht haben. Wohl werden die zoologischen Leser Ihrer Zeitschrift mir verzeihen, wenn ich hier meinen persönlichen Erlebnissen geringere Wichtigkeit beilege, als einigen zoologischen Neuigkeiten, die ich mitzutheilen denke; und sollte dennoch hie und da Einer derselben auch jene kennen zu lernen wünschen, so wird ein Bericht in der Zeitschrift für die gesammte Erdkunde diese Neugier befriedigen.

Ich beginne mit einigen Landthieren. Eingedenk des Interesses, welches die wissenschaftliche Welt den Nachforschungen über Landplanarien bisher geschenkt hat, habe ich diesen eifrig nachgespürt. Leider war meine Ausbeute auf den Philippinen bisher sehr gering; nicht weil sie fehlten, sondern weil mir die Mittel fehlten, bald sie aufzubewahren, bald sie zu zeichnen oder gar zu untersuchen. Auf den Pelew-Inseln war ich glücklicher, dort fand ich auf sehr beschränktem Raume sieben Species, die alle den Dendrocoelen angehören. Ihr Tractus ist einfach und leicht zu studiren; aber vergeblich suchte ich Einsicht in den Bau der, wie es scheint, sehr

complicirten Geschlechtsorgane zu erhalten, die übrigens nichts Abweichendes von bekannten Verhältnissen zu bieten scheinen. Sie sind alle Zwitter. Dankbarer und auch interessanter war das Auffinden einer unter feuchtem Laube, oder der Rinde der Bäume lebenden echten Nemertine, ich fand sie überall verbreitet und gemein, bald dicht am Meeresstrande oder auf 3—400′ hohen Gipfeln gehobener Korallenriffe unter der Rinde der Bäume. Ich nenne sie Geonemertes pelaensis. Diese Nemertine ist $^3/_4$—$1\,^1/_2$″ lang, cylindrisch mit stumpfem Kopf und spitzem Schwanzende, weissröthlich durchscheinend, mit sechs Augenflecken dicht am Kopfende. Der Mund, durch welchen der Rüssel äusserst rasch herausgeschnellt wird, der also hier im Verdauungscanal eingeschlossen liegt, findet sich dicht am vordern Ende etwas auf der Bauchseite. Der Tractus ist ein gerader überall ziemlich gleichweiter Canal, der auf beiden Seiten umfasst wird von dicken Leberfollikeln, welche oft bis dicht an die Haut treten; in den übrigen Räumen liegen die Geschlechtstheile, die ich jedoch des ungünstigen Objectes wegen nicht näher studiren konnte. Das Gehirn liegt über dem Schlunde, bildet aber nur einen Halbring, es besteht aus zwei grossen Ganglienmassen, die durch eine schmale Commissur verbunden sind; nach vorn treten jederseits drei kurze Nervenstämme an die erwähnten Augen, in denen sich lichtbrechende Körper erkennen lassen; nach hinten schickt jedes Ganglion einen breiten Nerv, der die ganze Länge der Thiere durchläuft, ohne dass sich die beiden vereinigen, auch liegen sie nicht eigentlich auf der Bauchseite, sondern unterhalb der Leberfollikel so, dass sie immer in der grösstmöglichen Entfernung von einander bleiben. Der bei etwas unsanfter Berührung leicht herausgeschnellte Rüssel ist lang und dick und trägt eine Bewaffnung, wie bei allen Nemertinen (Taf. XXXVIII, Fig. 5), ein einziger Stachel sitzt einem schleimigen (oder knorpeligen) Stück auf, vor ihm liegen drei Blasen, in deren jeder mehrere in Bildung begriffene Stacheln liegen und an den Stiel, welchem der eigentliche Stachel aufsitzt, setzt sich eine Drüse an, die vielleicht eine Giftdrüse sein mag, vielleicht aber nur dazu dient, den Schleim zu liefern, der erhärtend den neu gebildeten Stachel im Centrum des Rüssels festhakt. Der ausgebildete Stiel des Stachels wird in Kali rasch aufgelöst, der Stachel selbst dagegen nicht.

Dieser Landnemertine reihen sich eine ganze Menge anderer Thiere, namentlich Crustaceen, an, die man bis vor nicht gar langer Zeit meist nur als reine Wasserthiere ansah. So fand ich in Peleliu, einer der südlichen Inseln der Pelelews, einen Gammarus auf dem Lande unter Steinen; früher schon hatte ich auf dem Gipfel des Mariveles hier bei Manila, 4000′ über dem Meere, einen Gammarus gefunden unter feuchtem Laube, fern von allen Quellen oder Lachen. Krebse aus der Gruppe der Grapsoiden steigen bis in die höchsten von mir hier erstiegenen Höhen (7000′ par.). Ziemlich selten sind Wasserblutigel; aber die Landblutigel werden an manchen Orten zu einer wahren Landplage, und machen den Aufenthalt in vielen Wäldern des Nordens ganz unmöglich. Ich passirte einst einen solchen Blutigelwald, wo sich mir in weniger als 20 Minuten eine so ungeheure Menge dieser blutgierigen Thierchen an die Füsse setzten, dass sie zu beiden Seiten der Knöchel einen Wulst bildeten wie eine geballte Faust gross. Ich war froh, aus dem Walde und auf freie Plätze zu kommen, wo ich mir diese ungebetenen Gäste absuchen lassen konnte, und ich vergass ihre Menge zu zählen. Meistens halten sie sich auf der Erde auf, aber es giebt welche, die auf Bäumen lebend sich dem vorbeistreifenden Thiere auf den Körper setzen, wo sie gewöhnlich das Auge aufsuchen. Einer meiner Leute wurde von einem solchen Thiere ins Auge gebissen, es schwoll auf, unterlief mit Blut und der Mann wurde auf ihm blind für mehrere Tage.

Die Excursionen auf den Riffen werden sehr verleidet durch einen enorm grosse Colonien bildenden Hydroidpolypen, den man auf den ersten Anblick für ein Bryozoum nimmt. Geräth man in eine dieser Colonien, die fast von Manneshöhe sind, so empfindet man augenblicklich ein furchtbares Brennen, das stundenlang anhält; sie sind den Eingebornen wohlbekannt und heissen »rongekate« d. h. »was kratzt«. Ich erwähne

diesen Hydroiden eines interessanten Polymorphismus wegen, den ich, wenngleich nicht so ausgebildet, schon früher hier an einem andern Hydroiden beobachtet hatte. Jede Polypenzelle trägt nämlich drei Nebenzellen; zwei auf der untern Seite — d. h. derjenigen, wohin die Oeffnung der eigentlichen Polypenzelle gerichtet ist, — die dritte auf der obern. In der letztern sitzt ein mundloser Polyp ohne Nesselzellen, in den beiden andern zwei Nesselpolypen. Jeder dieser letztern (Taf. XXXVIII, Fig. 4 a) hat zwei Endigungen, die eine mundlos und ohne Nesselzellen, die andere mit einem dichten Büschel langer Nesselzellen (Taf. XXXVIII, Fig. 4 b), die weit über den eigentlichen Körper hinausragen und meist in toto und bei der leisesten Berührung abgestossen werden. Der eigentliche Polyp, mit zehn oder zwölf Tentakeln, ist stark mit kleinen Nesselzellen besetzt. Die Knospen- — oder Geschlechtskapseln? — sind sehr gross und über und über besetzt mit Nebenzellen, in welchen allen Nesselpolypen sitzen; die Höhlung der Kapsel ist in viele einzelne Fächer getheilt. Leider verhindert die dicke Cuticula und die starke Pigmentirung des Thieres ein genaueres Studium dieser eigenthümlichen Kapseln. Der gemeinsame Stamm der Colonie wird an der Wurzel oft 1 — 1½″ dick, sie leben gesellig und nehmen eine Oberfläche von sehr grosser Ausdehnung ein.

Eine reiche Ausbeute an Schmarotzerthieren aller Art machte ich im vergangenen Jahre. Besonders reich ist die Gattung Pinnotheres, von der ich dort neun oder zehn bisher auf den Philippinen nicht gefundene Arten erhielt. Aus der Gruppe der Peltogaster habe ich dort wieder zwei neue Formen gefunden, die eine schliesst sich durch ihre Larve und innere Organisation der bekannten an, die zweite (Taf. XXXVIII, Fig. 3 a, b) hat eine eigenthümliche Larve mit einer seitlich zusammengedrückten Schale, zwei grossen Augen, fünf Paar Abdominalfüssen und zwei langen Klammerorganen, die ihrer Stellung nach wohl den Antennen zu vergleichen sind. Das Mutterthier ist ein ringsum geschlossener Sack, ganz angefüllt mit Eiern.

Interessant ist ihrer Lebensweise wegen eine kleine Porcellana. Sie lebt eingeschlossen in einer Höhlung einer Millepore, welche wohl dadurch entsteht, dass um die sich festsetzende Larve die Polypen der Koralle herumwachsen, und allmählich dieselbe so völlig einschliessen, dass wenn der Krebs erwachsen ist, dieser nicht mehr heraus kann; nur zwei schmale Spalten bleiben übrig, offenbar Wirkung des von dem eingeschlossenen Thiere erregten Stromes. Der Krebs nährt sich wohl vom Schleim, den die in die Höhlung ausmündenden farblosen Polypenindividuen liefern, und ist immer einsam und ohne Gefährtin. Wie geschieht die Befruchtung? die Entwickelung? dies sind Fragen, die ich leider nicht beantworten kann.

Von schmarotzenden Mollusken habe ich ausser mehreren Species der Gattung Eulima endlich einen ächten Stylifer gefunden. Die Thiere beider Gattungen legen ihre Eierschläuche rund um sich herum auf das Wohnthier. Die Larve des Stylifer (Taf. XXXIX, Fig. 7) ist ohne Deckel, das erwachsene Thier dagegen hat einen solchen; Eulima, welche erwachsen deckellos ist, hat in der Larvenform einen Deckel. Sehr gemein war eine schmarotzende kleine Lamellibranchie. Je ein Exemplar sitzt beständig an einem grossen im Sande lebenden Sipunculus (Taf. XXXIX, Fig. 6), an dessen hinterm Ende sie mit feinem Byssus angeheftet ist; sie ist lebendig gebärend, die Eier werden in die Mantelblätter abgelegt. Auch diese Muschel ist den Einwohnern bekannt, die sie als das Junge des Sipunculus ansehen, nie fehlt die Muschel, nie trägt ein Sipunculus mehr als eine derselben.

Das fast beständig trübe Wasser des Lagunencanals lieferte mir beim Fischen mit dem feinen Netze verhältnissmässig nur wenig, fast immer ist es angefüllt mit einer Anzahl schleimiger einzelliger Algen, welche im Netze Alles umziehen und rasch abtödten. Auch hier in den philippinischen Meeren ist die Menge solcher im Meere schwimmender Algen ausserordentlich stark, sie geben dem Wasser oft eine bräunliche, selbst schwarze Färbung. Alle zarteren Larven, Sagitta, Appendicularien, die kleineren Quallen werden so meist todt oder verstümmelt erhalten, nur solche

Thiere, die sich noch einige Zeit frei schwimmend erhalten, können zur Untersuchung benutzt werden. Ich suchte besonders nach den kleineren Quallen, von denen ich wieder einige 20 neue Arten auffand, so dass ich jetzt seit meiner Ankunft hier auf den Philippinen schon nahe an 100 Arten der Craspedota beobachtet habe. Auffallend war auf den Pelew-Inseln der grosse Reichthum an Eucopidae, die allein mehr als ein Drittel der ganzen beobachteten Quallenanzahl ausmachen. Von grösserem Interesse waren mir drei neue Quallen, die nach *Gegenbaur*'s Eintheilung in keine seiner beiden Gruppen gehören. Obgleich ihrer Organisation nach den höheren Medusen zugehörig, unterscheiden sie sich doch durch das Vorkommen eines sehr ausgebildeten echten Velum's bei zwei der Arten. Als ich bei der einen Art dasselbe beobachtete, glaubte ich doch noch an eine Täuschung; aber bei der zweiten Art überzeugte mich das Vorhandensein eines eigenthümlichen Aufhängeapparates desselben, dass meine Deutung richtig sei. Alle drei Arten gehören ihrer Organisation nach zu den Charybdeidae. Bei meiner vor fünf Wochen erfolgten Ankunft fand ich alle seit 1858 erschienenen Hefte Ihrer Zeitschrift vor, die mir bis dahin nicht zugesandt worden waren; und aus einer Notiz des Herrn *Fr. Müller* (Z. f. Zool. 1858. p. 542), sehe ich zu meiner Freude, dass dieser Forscher bereits lange dieselbe Beobachtung gemacht hat an zwei ebenfalls den Charybdeidae angehörigen Quallen. Da sich in allen mir augenblicklich zur Hand stehenden Zeitschriften Nichts über *Müller*'s »Tamoya« finde, so kann ich nicht bestimmen, ob die von mir aufgefundenen Arten derselben Gattung oder einer anderen zugehören. Identisch dürften sie schwerlich sein. Um keine unnöthige Synonymie zu veranlassen, unterlasse ich vorläufig die Benennung dieser Arten, deren eingehendere Beschreibung ich ebenfalls auf günstigere Gelegenheit verschieben muss. Die eine (Taf. XXXIX, Fig. 9) ist über 7″ lang, kaum 3″ breit, die Scheibe ausserordentlich dickwandig, fast knorpelartig, ganz farblos und durchsichtig. Die vier Tentakel mit breitem knorpeligem Basalstück versehen, waren hart an diesem abgerissen.

Das Velum ist herabhängend und ziemlich breit. Der Scheibenrand schwach gelappt, dicht über ihm sitzen in verschliessbaren Taschen die vier Randkörper. Der Mund im Grunde der Scheibe herabhängend, ungelappt, der Magen klein, die Nebentaschen desselben aber hier, wie bei den beiden andern Arten, gleich vom Anfang an sehr breit. Sie stossen je zwei und zwei dicht an einander an, dass man dort, wo sich ihre Wände berührend an die Scheibe ansetzen, einen schmalen Canal zu erkennen glaubt, der der Scheibe entlang laufend in das Basalstück des entsprechenden Tentakels einzutreten scheint; aber schneidet man dann die Scheibe durch, so erkennt man, dass es der optische Ausdruck der Ansatzlinie beider die Taschen gegen die Scheibenhöhle abgrenzender Membranen war. Am Magen finden sich vier Doppelgruppen der sogenannten Magententakel. Das einzige beobachtete Exemplar war ungeschlechtlich.

Die Scheibe der zweiten Art (Taf. XXXIX, Fig. 8) ist nur 1¼″ hoch, ⅞″ breit; die ausgestreckten Tentakel, mit schmalem Basalstück versehen, sind etwa doppelt so lang als die Scheibe. Das Velum ist bei dieser Art complicirter, als bei der vorigen. Es steht immer in die Höhe und wird durch vier Septa in dieser Lage erhalten. Diese vier Septa entspringen von der Innenseite der Scheibe von der Mittellinie eines Wulstes, der in einer Höhlung, die sich nach aussen öffnet, das langgestielte Randkörperchen trägt, und setzen sich senkrecht gegen die Scheibe von oben her an das breite Velum an, das durch die Verkürzung der vier Septa wohl in die Höhe gezogen, niemals aber durch ihre Ausdehnung in die horizontale Lage gebracht werden kann. In jeder der breiten Nebentaschen des Magens hängen zwei Blätter, in deren Lumen die Geschlechtsproducte sich entwickeln, sie sind völlig frei und nur befestigt dort, wo je zwei Taschen an einander anstossen. Die Entleerung der Geschlechtsproducte erfolgt durch eine einfache Reihe kleiner Löcher, die dicht neben dem angehefteten Rande des Geschlechtsblattes verlaufen, und in die Nebentaschen des Magens führen.

Der Mundstiel ist kurz und vierlappig, der Magen weit und mit vier Doppelgruppen von Magententakeln versehen. Bei dieser, so wie bei der ersten Art, ist ein deutlicher Nervenring zu beobachten, er steigt vom Randkörper etwas in die Höhe, biegt sich dann herunter und erreicht in der Mittellinie des Basalstückes eines Tentakels dicht am Aussenrande der Scheibe seine tiefste Stelle: und steigt dann im nächsten Octant des Scheibenumkreises wieder zu dem nächsten Randkörper empor.

Die dritte Art ist noch kleiner, kaum $^1/_2$'' hoch. Sie unterscheidet sich in manchen Puncten wesentlich von den ersten beiden. Ihre Tentakel, ebenso die Geschlechtsblätter und die vier Gruppen der Magententakel sind schön gelb gefärbt, die ersten braun und gelb geringelt. Ein Velum ist bei dieser Art nicht vorhanden; ebenso fehlen die für Charybdea so charakteristischen, knorpeligen mit flügelförmigem Anhange versehenen Basalstücke der vier Tentakel. Die vier sehr breit beginnenden Nebentaschen des Magens werden im untern Dritttheile durch eine starke Verdickung der Scheibenmassen unterbrochen, worin eine kleine Höhlung die Randkörperchen enthält. So bildet sich am Rande der Scheibe eine Art Ringcanal. Der Scheibenrand ist stark achtlappig, und in dem, zwischen je zwei Tentakeln durch die Lappen gebildeten Ausschnitte zieht ein sehr kurzer rudimentärer Tentakel. Die acht Geschlechtsblätter sind in der Mitte ihres freien Randes stark eingekerbt, leider kam ich an den zwei einzigen Exemplaren nicht ganz über ihre Structur ins Reine.

Im flachen Wasser der Riffe waren zwei sehr hübsche Rhizostomiden das ganze Jahr hindurch gemein. Leider wurde ich an einer eingehenden Untersuchung derselben immer verhindert; aber es gelang mir doch, von der einen dieser Arten sehr junge Exemplare zu fischen, an denen ich mich überzeugt zu haben glaube, dass die Polystomie der Rhizostomen wirklich nicht stattfindet. Dem jungen Thiere fehlen nämlich alle Saugnäpfe, die acht Arme des Stieles scheinen allerdings an ihrer Spitze eine Oeffnung zu tragen; da aber diese acht Arme sich erst spät ausbilden, so fehlen den jungen Ephyra-artigen Larven alle acht Oeffnungen, statt dieser ist ein deutlicher centraler Mund vorhanden. Dass dieser auch bei dem erwachsenen Thiere nicht obliterirt ist, glaube ich aus der Anordnung der Gefässe schliessen zu dürfen, es geht nämlich von der centralen Höhlung aus ein mittlerer Canal an die Unterseite der Scheibe, dorthin wo zwischen den acht Armen der Mund sein müsste; den ich freilich trotz aller Mühe nie habe nachweisen können. Die Saugnäpfe, welche die Arme des erwachsenen Thieres so zahlreich tragen, sind entschieden ohne Oeffnungen. Interessant waren mir beide Arten wegen ihrer grossen Lebenszähigkeit, sie halten sich meist dicht am Ufer auf, und werden bei jeder Ebbe auf dem Strande in so seichten Lachen zurückgelassen, dass sie dort ausgestreckt während der Ebbe bewegungslos liegen und der Hitze der Sonne, wie dem Einflusse des Regens widerstehen. Hat die wiederkehrende Fluth sie emporgehoben, so schwimmen sie ganz munter davon. Ueberhaupt ist die Lebenszähigkeit mancher Thiere hier erstaunlich gross. Ich hatte einst eine Seeschlange 17 Tage lang in völlig verschlossenem Glase und vollkommen verfaultem Seewasser lebend erhalten, ohne ihr die mindeste Nahrung oder frische Luft zu geben.

An den Wasserpflanzen der meinem Hause zunächst liegenden Riffe waren eine grosse Menge Foraminiferen angeheftet. Eine derselben ist interessant wegen der ungeheuren Anzahl, in der sie vorkommt, der grösste Theil der Sandes dieser Inseln besteht aus dieser einzigen Art. Eine andere, Nummulites zugehörige Species ist interessant wegen ihrer Fortpflanzungsweise, sie ist lebendiggebärend — wenn man billigerweise ein wenig vom Begriff des Gebärens abschneidet (Taf. XXXIX. Fig. 7). In der äussersten Zellenreihe, deren einzelne Zellen ziemlich viel grösser sind, als die mittleren, bilden sich in je einer Zelle aus der Masse des darin enthaltenen Körpertheils — die ganze Colonie als ein Organismus aufgefasst — je eine Mutterzelle einer neuen Colonie. Noch ehe diese neugebildeten Mutterzellen ausgebrochen sind, sind sie schon von ihrer Schale umgeben. Nach dem Austreten bilden sich dann

kleinere Zellen in unregelmässiger Spirale um jede Mutterzelle herum, bis das Ende des Wachsthums der Colonie bezeichnet wird durch die Reihe grosser Zellen, in welchen sich abermals neue Mutterzellen bilden.

Zum Schluss dieser etwas bunten zoologischen Aehrenlese noch ein Widerruf. Wenn ich früher, aus histologischen Gründen, die auch jetzt noch nicht ganz ihr Gewicht verloren haben, an das Vorwärtsschieben der Zähne auf der Reibplatte der Mollus kenzunge nicht glauben konnte, so muss ich jetzt bekennen, dass ich in der That nicht mehr die Möglichkeit des Nachschiebens derselben ganz läugnen kann. Ich habe nämlich bei einigen kleinen Nacktschnecken, deren Reibmembran nur eine einzige Reihe von Zähnen trägt, gefunden, dass die älteren, abgenutzten Zähne, statt abgestossen, nach unten und hinten zurückgeschoben und in eine (chitinisirte?) Hülle bald in unregelmässiger Anhäufung, bald in regelmässiger Spirale hineingeschoben werden. Man bekommt so also alle Zahnplatten, welche das Thier seit seiner Geburt gebildet hatte, auf einmal zu Gesicht; und sie gäben ein treffliches Mittel an die Hand, die Raschheit ihres Wachsthums zu bestimmen, könnte man nur die Lebensdauer eines bestimmten Individuums ermitteln. Die hier beigegebene Zeichnung (Taf. XXXVIII, Fig. 2) giebt die Zunge einer Hermaea sp., über welche ich meinem Freunde Rud. Bergh reiches Material zur Veröffentlichung zugestellt habe.

Mein Wunsch, die Koralleninseln der Südsee zu sehen, hatte schon seit lange die Gruppe der Palaos (Pelew-Islands) in meinen Reiseplan mit aufnehmen lassen. So begrüsste ich, als mir der Arzt zur Herstellung meiner Gesundheit eine Seereise befahl, mit Freuden eine Gelegenheit, die sich mir bot diese Inseln zu besuchen, und die, wenn sie auch in einer Weise meine Forschungen durch die geringen mir zu Gebote stehenden Hülfsmittel beschränken musste, doch in andrer Weise mir die Hoffnung zeigte, durch genaue Kenntniss dieser Inselgruppe, für diesen Mangel entschädigt zu werden. Mehr noch wurde mein Interesse geweckt, als ich dort angekommen erkannte, dass ich hier auf kleinem Raume alle verschiedenen Phasen in Bildung begriffner Riffe vereint vor mir hatte. Die nördlichste Spitze dieser Gruppe bilden ächte Atolle; die Hauptmasse, welche der ganzen Gruppe ihren Namen übertragen hat, ist zum grössten Theil von Barrenriffen, im Süden von Küstenriffen umgeben; und die südlichste Insel ist völlig ohne eigentliches Riff.

Der nördlichen Atolle sind drei; Aruangel, Kreiangel und Cossol. Die nördlichste Spitze der Insel Babelthaub setzt sich über in die hufeisenförmige Bank von Cossol, die in einer Ausdehnung von 5—6 S. M. ihr nördliches geschlossenes Ende, durch einen 2 M. breiten Canal getrennt, dem Atoll von Kreiangel zukehrt. Ihr südliches offenes Ende scheint aus einem tiefen Canal durch allmähliches Verwachsen vereinzelter Korallenbänke seinen Ursprung zu nehmen, und Arme dieses tiefen Canals vereinigen sich zu dem Lagunencanal der eigentlichen atollförmigen Bank, welcher von dem, bei niedriger Ebbe fast ganz trocken gelegten erhöhten Rand des Riffes umschlossen wird. Der Atoll Kreiangel ist vollkommen geschlossen, von 4—5 M. Länge und etwa 2 S. M. Breite. Die westliche Seite des Riffes, nur schwachen Winden und seltenen aber heftigen Stürmen ausgesetzt, ist breit, und sein erhöhter Rand niedriger, als alle andern Stellen des Riffes, und bezeichnet durch eine Reihe grosser, metamorphosirter Korallenblöcke, die man mit *Darwin*, als durch die mächtige Brandung aufgeworfen betrachten, oder mit *Wilkes* (Un. St. exploring exped.) als Reste eines gehobenen und in Zersetzung begriffenen Riffes ansehen kann. Auf der östlichen, weniger breiten Seite des Riffes liegen vier niedrige, kaum 5′ sich über die Oberfläche des Meeres erhebende Inseln, deren südlichste keine 20 Schritt von der Brandung entfernt ist, während die andern sich mehr vom Aussenrande des Riffes entfernen, je mehr sie gegen Norden liegen. Die eingeschlossene Lagune ist schmal und an den tiefsten Stellen nur sieben Faden tief. Dieser Atoll bezeichnet die nördlichste Spitze

der Gruppe, da die Canäle, die ihn und die Bank von Cossol von den eigentlichen Inseln trennen, nur eine Tiefe von 60 — 80 Faden haben. Ganz abgesondert scheint, nach den vorhandenen Karten, Aruangel zu sein, eine Bank, die 8 S. M. weit nordwestlich von Kreiangel liegt, und mir von den Eingebornen als Atoll beschrieben wurde. Früher bewohnt, wurde er zu Ende des vorigen Jahrhunderts überschwemmt und gänzlich zerstört; die jetzigen Bewohner von Kreiangel erzählen, die Stümpfe grosser Bäume und ein altes Badebassin dort gesehen zu haben. Leider musste ich mich mit diesen Nachrichten begnügen, denn die Freundlichkeit der Bewohner von Kreiangel vermochte nicht, ihre Faulheit zu besiegen, da ich ihr Interesse nicht durch Bezahlung erwecken konnte.

Mit Ausnahme obengenannter dreier Riffe und der Insel Nyaur (Angaur), umzieht ein einziges zusammenhängendes Riff alle übrigen Inseln, die Gruppe, und nimmt je nach den Einflüssen der Strömungen, der vorherrschenden Windesrichtung und geologischen Constitution der eingeschlossenen Inseln, mannichfach wechselnde Bildungen an. Die Inseln des Nordens, Babelthuab, Coröre, Malacca und Maracabersa, sind durchaus trachytisch, während die südlicheren Inseln, unter denen ich nur Peleliu, Eimeliss und Urulong nenne, gehobene Korallenriffe sind, deren einzelne, oft senkrecht aufsteigende Klippen, eine Höhe von 400 — 500′ erreichen. Der Trachyt der nördlichen Inseln, in seinen oberen Schichten, zu einem rothen Thon verwittert, und häufig durch Basaltströme durchbrochen, setzt nur geringen Widerstand dem zerstörenden Einflusse des Wogenschlages und der Atmosphäre entgegen. Tiefe Buchten fressen weit ins Land hinein, und selten sind kleine, von der Hauptinsel abgerissene Inseln, als Marksteine ihrer früheren Ausdehnung zu finden. Westlich liegt das Riff zwischen 3 und 6 M. entfernt von der Küste, und die eingeschlossene Wasserfläche ist zu einem Labyrinth von tiefen Canälen ausgefressen, welche meistens senkrecht gegen das Land auf die Thäler zuführen, aus denen bei Ebbe ein mächtiger Strom brackigen Wassers hervortritt, und dem Wachsthume der Korallen an dem Rande des ausgewaschenen Canals hinderlich wird. Sie sammeln sich in einen Hauptcanal, welcher in ziemlicher Breite dem äusseren Riffe parallel läuft, und dasselbe hie und da mit kleineren Canälen durchbricht. Für grössere Schiffe gangbare, das äussere Riff durchbrechende Canäle, finden sich auf der Westseite drei, auf der Ostseite einer, und an der Nordspitze ebenfalls einer, doch entsprechen sie nicht, wie es nach *Darwin* als allgemeine Regel erscheinen möchte, den Thälern der Inseln, vielmehr scheinen sie ihre Lage der Richtung der Strömungen zu verdanken, welche durch den wechselnden Ein- und Ausfluss bei Fluth und Ebbe gebildet werden. Diese Strömungen nehmen immer ihre Richtung gegen den nächstgelegenen Canal hin, und niemals erregt bei aufsteigender Fluth, das, durch die Brandung über den Rand des Riffes geworfene Wasser, einen Strom nach innen. Ganz verschieden von den eben geschilderten Verhältnissen, zeigen sich die Riffe der Ostseite, welche, mit schwach erhöhtem Rand, dessen mittlere Entfernung von der Küste höchstens 800—1000 Schritt beträgt, einen kaum bei Fluth befahrbaren Canal zwischen sich und dem Lande freilassen. Auch hier ist das Riff von mehreren Canälen durchbrochen, die aber, wenn auch das Ein- und Austreten der durch Ebbe und Fluth erregten Ströme durch sie geschieht, dennoch so flach sind, dass sie nur bei hoher Fluth die Ueberfahrt den Böten erlauben. Der einzige Tiefwassercanal an östlicher Seite, findet sich nordöstlich von Malacca; wo aber auch das durchbrochene Riff durch einen breiten Tiefwassercanal von dem nächsten Lande getrennt ist. Malacca ist die südlichste der trachytischen Inseln, und zwischen sie und die etwas westlich liegenden Inseln Coröre und Maracabersa, schiebt sich eine Reihe hoher Kalkfelsen ein. Weiterhin gegen Süden bestehen alle Inseln ohne Ausnahme aus demselben gehobenen Korallenkalk. Auffallend zeigt sich hier die Verschiedenheit der Einwirkung gleicher Ursachen, je nachdem diese auf den leicht zerstörbaren Trachyt des Nordens, oder den festen Korallenkalk des Südens einwirken. Während

im Norden die vom Hauptlande abgerissenen Inseln rasch unter der Oberfläche des Meeres verschwinden, sind die Kalkfelsen des Südens durch die Einwirkung der Strömungen und der Brandung in eine Unzahl kleiner und dicht nebeneinander stehender Inseln zerrissen, und es ist durch gar viele derselben, so z. B. in der Gruppe, welcher Urulong angehört, der Zusammenhang und die frühere Ausdehnung nachzuweisen. Alle diese Inseln sind von Urulong an bis Pelelew, durch eine ziemlich horizontale Fläche verbunden, die nur wenig von tiefen Canälen durchfurcht, wohl die Tiefe anzeigt, bis zu welcher hin die abwaschende Wirkung der Brandung gegangen ist. So lässt sich auf der ganzen Ausdehnung von Pelelew bis Malacca hin, das Meer bei tiefer Ebbe nicht mehr mit Sicherheit befahren. Pelelew, die südlichste dieser Inseln, besteht aus einer, nur etwa 10′ über dem Meere erhobenen, ganz aus metamorphosirtem Korallenkalk gebildeten Fläche, in deren nördlichem Ende man noch die vereinzelten Reste eines, einstmals gewiss zusammenhängenden und jetzt bis auf 200 u. 250′ erhobenen Korallenriffes findet. Ziemlich zusammenhangend ist dieses Riff noch auf der nord-westlichen Seite, wo es seine grösste Höhe erreicht, und sich auf einer schmalen Landzunge in niedrigeren Klippen fortsetzt, und der östlichen, von ihr durch eine breite Niederung getrennten, und in einzelne Inseln aufgelösten Klippenreihe entgegentritt. So scheint diese Niederung, welche theils von Sümpfen und Mangrovenbüschen erfüllt ist, theils die Kukan-Felder der Bewohner der Insel trägt, eine Laguna auzudeuten, welche einstmals bestanden haben mochte. Diese hohen Klippen sowohl, wie die, welche der Ebene der Insel angehören, sind reich an Petrefacten, welche, so weit ich augenblicklich darüber aburtheilen kann, den Schichten ein sehr junges Alter zuweisen. Vorherrschend sind in den tiefsten Schichten der centralen Klippenreihe zwei oder drei Arten Tubiporen, ferner ein Pecten und verschiedene Astreiden. In den Klippen der Ostküste, welche zwischen 5 und 10′ über dem Meere erhoben sind, fand ich eine Menge Maeandrinen und Astraeen. Aus der Reihe weniger häufig vorkommender Petrefacten, erwähne ich nur noch eines Haifischzahnes von einer Insel bei Coröre, eines Reptilienzahnes, vermuthlich des Crocodilus biporcatus und eines Dentalium von Pelelew. Das lebende Riff welches diese Insel umfasst, ist im Westen ungefähr 400—600 Schritte entfernt und von ihm durch keinen Tiefwassercanal getrennt; je mehr es sich gegen Süden zieht, tritt es näher an die Küste heran, und ist im Osten an manchen Stellen kaum 30 Schritt von den gehobenen Klippen entfernt. Diese sind, durch die hier mächtige Brandung, in eine Anzahl kleinerer Inseln und einzeln stehender Blöcke aufgelöst, welche, da wo sie unter dem aufgeworfenen Sande verschwinden, leicht zu der Annahme verführen könnten, als dankten sie ihre Entstehung den durch die Brandung aufgeworfenen Korallenblöcken und Sande.

Das Ende des Archipels sowie den Abschluss dieser verschiedenen Entwickelungsstufen der Korallenriffe bildet die Insel Ngaur, welche von Pelelew durch einen vier Meilen breiten Tiefwassercanal getrennt, gänzlich frei von umgebenden Riffen ist. Sie besteht nach der Schilderung der Bewohner von Pelelew aus demselben Korallenkalk wie diese letztere, welcher ebenfalls von niedrigem Vorlande umgeben, in schmaler Klippenreihe zu 100—150′ Höhe ansteigen mag.

Darwin's Theorie von der Bildung der Korallenriffe nimmt bekanntlich überall dort eine Senkung an, wo sich Barrenriffe und Atolle befinden, eine Hebung dort, wo Küstenriffe entstehn. Hier aber finden wir auf kleinem Raume (denn die ganze Ausdehnung von Nord nach Süd zwischen Ngaur und Kreiangel beträgt nur etwa 60 Seemeilen), sämmtliche Formen zusammen, und die Bildung der innern Riffe des südlichen Theiles der Gruppe deutet auf eine lange Epoche völliger Ruhe, oder sehr geringer Hebung oder Senkung. Könnte nur eine Senkung die Bildung der Atolle des Nordens erklären, so müsste entweder die Insel Ngaur so gut von Riffen umgeben sein, wie alle übrigen, oder stationär geblieben sein, Pelelew nur wenig, die nördlichen Inseln sich bedeutend gesenkt haben. Aber dies bliebe nur eine Annahme,

die nicht besser und nicht schlechter als jede andere wäre. Ist meine vorläufige Bestimmung der in den gehobenen Korallenriffen der südlichen Inseln gefundenen Petrefacten richtig, so würde die Zeit der Hebung derselben, welche wohl durch den letzten trachytischen Ausbruch bezeichnet sein mag, in eine sehr junge geologische Epoche fallen. Gerade aber auf das Nichtvorkommen solcher Hebungen in der jüngsten Epoche, legt *Darwin* bei der Begründung seiner Hypothese das grösste Gewicht, und die definitive Bestimmung des geologischen Alters jener gehobenen Koralleninseln, könnte einen wesentlichen Einwand gegen dieselbe abgeben. Aber auch hiervon abgesehn, scheint mir das gemeinschaftliche Auftreten der Riffe in den verschiedensten Gestalten, die grosse, nur in geringer Tiefe unter dem Meere liegende Fläche der südlicheren Insel von Pelelew bis Corore, ja selbst die Verschiedenheit der westlichen und östlichen Riffe des Nordens, hinreichender Grund zur Annahme, dass die Bildung der Riffe dieser Inselgruppe wenigstens von keiner Senkung begleitet war.

Colonien einer Porites-Art deuten auf ein Moment, dem ich jetzt bei der Bildung von Korallenriffen den wichtigsten Einfluss zuschreiben muss, welches aber von den Reisenden, welche dieser Frage ihre Aufmerksamkeit zugewandt, bisher gänzlich ausser Acht gelassen zu sein scheint. Dies sind die constanten, hauptsächlich durch Ebbe und Fluth hervorgerufenen, und durch das Wachsthum der Korallenriffe so wie durch andere physikalische Zustände des Meeres beeinflussten Strömungen. Die erwähnte Porites bildet Colonien von Faustgrösse bis zu der Oberfläche von 6—8 und mehr Fuss im Durchmesser. Diese verschiedenen Stadien der Grösse zeigen, wie auf der Oberfläche allmählich die mittleren Individuen absterben und den Mittelpunkt einer mehr und mehr sich vergrössernden todten Fläche bilden. Auf dieser treten schon bei kleinen Colonien Furchen auf, die, ursprünglich wohl Resultat des ungleichen Wachsthums der verschiedenen die Colonie bildenden Individuen, sich bald zu Rinnen gestalten, in denen bei tiefen Ebben das auf der Oberfläche stehen bleibende Wasser seinen Abfluss findet. Der erhöhte Rand dieser, bald kreisrunden, bald länglichen Colonien, trägt nach aussen lebhaft vegetirende Individuen, die mehr und mehr nach innen krankhafter werden, bis sie zuletzt absterben, und durch den Einfluss des, auf der mittleren etwas niedrigeren Fläche stehenden Wassers bald abgetragen und auf das Niveau derselben übergeführt werden. Oft bleibt der äussere erhöhte Rand völlig undurchbrochen, aber gewöhnlich wird er durchsetzt durch eine oder mehrere Wasserrinnen. Je nach den verschiedenen Zufälligkeiten der Gestalt, welche die ersten Anfänge dieser Polypencolonien zeigen, und dem dadurch bedingten Spiele der Strömungen, bilden sich die mannichfachsten Formen aus, die von dem ganz geschlossenen, oder in einzelne Wülste aufgelösten Ringe (dem Atoll) in Colonien übergehn, welche Korallenblöcke anderer Art so umsäumen, dass sie bald sich einem Barrenriffe, bald einem Küstenriffe vergleichen liessen, je nachdem sie mehr oder minder alt, in grösserer oder geringerer Entfernung von dem umwachsenen Blocke stehn. Eine kleine P o r c e l l a n a giebt ein anderes interessantes Beispiel der Wirkung constanter Ströme auf das Wachsthum der Korallen. Je ein Individuum dieser Krabbe lebt an dem Stamme einer Koralle, eingeschlossen in einer krankhaften Wucherung derselben. Sie lebt darin, ein unfreiwilliger Einsiedler, denn zwei, und sich gerade gegenüberstehende schmale Spalten, das Resultat des constanten von den Thieren erregten Stromes, erlauben zwar die Zuführung frischen Wassers und mikroskopischer Thierchen, aber ihm nicht die Auswanderung, einer Lebensgefährtin nicht den Eintritt. In früher Jugend klammert sich das Junge an den Stamm an, und durch den Reiz hervorgerufen wuchert die Korallenmasse mehr und mehr um dasselbe herum, bis endlich in dem späteren Lebensalter der Krabbe, der, durch die Bewegung ihrer Beine erregte constante Strom hinreichende Kraft erlangt hat, das Verschliessen der Oeffnungen durch das fortgesetzte Wachsthum der Korallen zu verhindern.

Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich im Grossen. Dort wo sich bei günstiger Bodenbeschaffenheit die horizontale Kuppe eines untermeerischen Berges gleichmässig mit einer Schicht Korallen überzieht, bilden sich dennoch von Anfang an schon solche Verschiedenheiten hervor, dass im Laufe der Zeit, bei Hinzutreten des Einflusses der Strömungen, grosse Unregelmässigkeiten des Riffes hervortreten können. Aehnlich wie die Porites-Colonien ganz geschlossene oder stark durchbrochene Ringe bilden, die einen mittleren, etwas niedrigeren, von Wasser bedeckten Raum umschliessen; ebenso mag auf jener Fläche das Riff bei ruhiger, nicht von Strömen durchfurchter See, einen geschlossenen Ring bilden, oder bei starken und wechselnden Strömungen, sich in eine im Ringe gestellte Reihe von Flecken auflösen. In beiden Fällen dient das Ein- und Ausströmen des Wassers bei Fluth und Ebbe zur Austiefung des innern Raumes; denn während der, aus lebenden Korallen bestehende äussere Theil des Riffes dem Andrang des Wassers starken Widerstand entgegensetzt, und durch zufällig entstandene Riffe oder Spalten den Fluthen bestimmte Bahnen vorschreibt, weicht die innere Masse, welche meist nur aus losen Blöcken und leicht aufgehäuftem Sande besteht, rasch den kräftig eintretenden Strömen der Fluthen und Ebben. Oder es bilden sich eine Anzahl vereinzelter Riffe, welche ursprünglich klein, den Strömen freien Spielraum lassen, aber allmählich wachsend und sich vereinigend zu zusammenhängenden Riffen, die vorhandenen schwächeren und unbestimmteren Ströme in engere Bahnen einschränken, und zugleich damit so ihre Kraft verstärken, dass das völlige Zusammenwachsen der einzelnen Riffe mehr oder weniger verhindert wird. Mit der Mannichfaltigkeit der Grundlagen, auf denen sich die Riffe bilden, wechseln so die Formen, welche die letztern annehmen. Untermeerische Rücken werden die Träger der Atolle; aus Küstenriffen, welche Inseln umsäumten, werden durch den Einfluss jener Strömungen Barrenriffe, die um so weiter von dem umgebenden Lande entfernt sind, je schwächer die Neigung ihrer Abhänge, oder je grösser das umgebende ebene Vorland war. Bei sehr steilen Küsten bilden sich selten nur eigentliche Küstenriffe, niemals wirkliche Barrenriffe. So wachsen die Korallen an der kleinen Insel Ngaur so dicht an der Küste, dass bei hoher See die Brandung ihre Felsen bespült. Die ganze Ostküste des nördlichen Theiles von Mindanao, ebenso die Ostküste des nördlichen Theiles von Luzon, zeigen nur in den Buchten grössere Flecken lebender Korallen; aber niemals bildet sich, weder in diesen noch an der steil abfallenden dem Meere ausgesetzten Küste, ein eigentliches Riff, und an den meisten Stellen würden sich die grössten Schiffe denselben bis auf Kabellänge nähern können. Dort aber, wo sich eine Landzunge untermeerisch fortsetzt, überzieht sie sich mit Korallen und bildet weithin sich erstreckende Riffe, wie z. B. an Luzon's Ostküste, am Eingange des Hafens von Palana. Wesentlich abhängig ist die Bildung der Atolle und Barrenriffe von der Festigkeit der Grundlagen oder der Inseln, an die sie sich anlehnten. So bot die West- und Südseite der Insel Babelthaub dem Abwaschen durch die Brandung nur wenig Widerstand, und die untermeerischen Strömungen innerhalb des Aussenriffes, vermochten leicht tiefe Canäle in den Boden einzugraben, die sich im Norden zu dem zwischen 40 und 60 Faden tiefen Lagunencanal vereinigten, im Westen von Caröre einen grossen tiefen See bildeten, der sowohl mit dem nördlichen, als dem östlich von Caröre einführenden Canale in Verbindung steht. Wesentlich anders war die Wirkung der gleichen Strömungen auf dem südlichen Theil des Archipels; hier konnte die Brandung wohl den Fuss der Inseln stark aushöhlen, tiefe Höhlen und schmale Thore einfressen, aber viel langsamer verschwanden die so abgerissenen Theile unter dem Meere. Die tiefen und breiten Canäle des Nordens nahmen ab in Zahl und Breite, und manche derselben verlieren sich allmählich in jene, nur wenige Faden unter dem Meere liegende Fläche, welche in ihren ausgedehnten Korallenfeldern den günstigsten Boden zur Betreibung der Calate-Fischerei bieten. Ein gleicher relativer Unterschied zeigt sich in den östlichen Küstenriffen des Nordens und des Südens. Während dort

die Brandung, weniger zwar als auf der Westseite, die theilweise basaltische Küste befressen und die Bildung eines inneren flachen Bootcanals zwischen jener, und dem höchstens 1000 Schritt abstehenden Aussenrand des Riffes ermöglichen konnte, setzten die Ostküsten der Kalkinseln des Südens solchen Widerstand dem Einflusse des Meeres entgegen, dass sich nirgends die mindeste Spur eines Canals zwischen dem Aussenriff und der Insel findet. Die grosse Verschiedenheit, welche die Ost- und Westriffe in der Entfernung von ihren angrenzenden Küsten zeigen, erklärt sich durch den Einfluss des beständig von Osten mächtigen Seegangs, der in seiner stetig fortgesetzten Wirkung, den einzelnen Korallenindividuen das rasche Wachsthum nach aussen unmöglich machte, während die Korallen des Westens in den langen Perioden der Ruhe, sich nach allen Seiten frei und kräftig ausbreiten konnten. Doch kann diese Vergrösserung, welche das Riff nach Westen hin erfahren haben mag, weniger bedeutend gewesen sein als das Hindrängen der östlichen Riffe an die Inseln; und wie hier die zurückdrängende Wirkung des Seeganges das Aussenriff immer der Küste dicht folgen lässt, und seine Neigung nach aussen sanfter macht, als die der westlichen Seite, so muss das westliche Riff so ziemlich immer die Ausdehnung des früher bestandenen Landes oder des untermeerischen Rückens bezeichnen.

Hiermit soll indess keineswegs die Möglichkeit geläugnet werden, dass manche Atolle oder Barrenriffe sich bildeten zur Zeit, als die untermeerische Höhe, auf der sie standen, sich senkte; oder dass selbst in manchen Fällen die Senkung wirklich den Anstoss zur Bildung derselben abgab. So würde z. B. die Insel Ngaur sich senken müssen, ehe sich um sie herum ein Barrenriff bildete. Zur Entscheidung der Frage kommt es also zunächst auf das möglichst genaue Studium aller einzelnen Fälle an. Schwieriger als bei Barrenriffen, wo die ihre Form bedingenden Ursachen, dem Forscher noch zugänglich sind, ist die Untersuchung, welche jener Ursachen wirksam waren, bei Atollen, und hier dürfte die Entscheidung wohl nur durch die grössere Natürlichkeit herbeigeführt werden, welche die eine oder die andere Annahme zu besitzen schiene. Subjectiver Auffassung ist hier ein reiches Feld geöffnet; denn selbst in solchen Fällen, wo, wie in der grossen Chagos-Bank eine Senkung neuerdings stattgefunden haben muss, bleibt dennoch die Frage offen, ob der Bildung der lebenden Bank ebenfalls eine Senkung zu Grunde lag. Die Annahme aber, dass nur oder hauptsächlich das wechselnde Spiel der Strömungen bei der Bildung der Korallenriffe wirksam sei, könnte manche Fälle erklären, die für die Senkungstheorie jetzt noch eine Ausnahme bilden. Ich meine das Vorkommen von ächten Atollen in Erhebungsoberflächen (areas of elevation). Von den mir näher liegenden erwähne ich nur des Bajo de Apo an der Westküste von Mindoro, dann die Islas Amantes und die Islas Cagayancillos, welche nach den mir vorliegenden Plänen echte Atolle zu sein scheinen. Die West- und Nordküste von Bohol sind von weitabstehenden Riffen umsäumt, welche mannichfach durch kleine Canäle durchbrochen, vom Lande durch einen Tiefwassercanal getrennt sind, in welchem selbst ziemlich grosse Schiffe sich dicht dem Lande nähern können. Alle diese Punkte liegen eingeschlossen in dem jetzt in Hebung begriffenen Archipel der Philippinen. Hier würde die Annahme, dass Strömungen sie gebildet, nicht derselben Schwierigkeit unterliegen, wie die Voraussetzung einer Senkung; und in der That sind auch an andern Stellen dieses Archipels Fälle nicht selten, in welchen die Bildung von Atoll-geformten Riffen, oder solchen die mit der Zeit dazu werden können, deutlich auf die Einwirkung constanter Strömung zurückgeführt werden kann. Die Insel Tigtauan, in zwei Meilen Entfernung an der Ostküste der Südwestspitze von Mindanao liegend, zeigt an ihrer Westseite, auf welche der Fluss von Masinloc zuströmt, einen schmalen Canal, welcher den höheren Rand der niedrigen, ganz aus Korallen bestehenden Insel durchbricht, und in einen inneren, von Mangroven-Büschen bewachsenen Raum führt, welcher bei Fluth völlig vom Wasser bedeckt, bei Ebbe grösstentheils trocken gelegt wird. In den stehenbleibenden Lachen leben schwächlich einige

Astraeenknollen. Eine ähnliche Bildung zeigt die Insel St. Cruz vor Zamboanga. Wie verschieden das Wachsthum der Korallenknollen ist, je nachdem ein Strom trüben oder klaren, salzigen oder brackigen, in der einen oder anderen Richtung fliessenden Stromes sie trifft, konnte ich mit wenig Mühe in der Silangan de Basilan erkennen. Hier sind die beiden Seiten des Canals, welcher die Insel Malaunabi von Basilan trennt, ganz von üppig lebenden Korallen bewachsen; aber der heftige Strom welcher sowohl bei Ebbe als bei Fluth, immer von Ost nach West geht, bedingt durch die eigenthümlichen topographischen Verhältnisse, verhindert das Wachsthum der Korallen nach aussen, und zwingt sie statt in die Breite, sich nur in die Länge nach oben auszudehnen. So sind die Wände des Canals vollkommen senkrecht. Dort, wo sich durch die Gegenströmungen des austretenden Baches von Isabela Wirbel und Stillen bilden, häuft sich Sand und Schlamm an, auf dem ziemlich zahlreiche, isolirte Korallenknollen wachsen, die aber statt in die Höhe, sich mehr in die Breite ausdehnen. Am Westende des Canals theilt eine kleine Insel die Strömung in zwei Arme. An der Spitze der Insel, welche diese Theilung bewirkt, finden sich üppig vegetirende Korallen, welchen das hier ruhige Wasser Wachsthum, sowie in die Breite, auch in die Höhe erlaubt; aber dort, wo beiderseits die Ströme die Insel tangiren, wachsen die Korallen wie vorher in die Höhe, ohne sich in die Breite auszudehnen.

Die systematische Ausführung dieser hier nur angedeuteten Idee, verlangt günstigeren Ort und grössere Ruhe, als mir die Fortführung meiner Reise hier zu bieten vermag. Ganz eingenommen von der so befriedigenden Theorie *Darwin*'s, welcher *Wilke*'s derbe Polemik in meinen Augen nichts von ihrer Stärke nehmen zu können schien, freute ich mich lange Zeit, einzelne auffallende Verhältnisse der philippinischen Riffe doch nach derselben leicht erklären zu können. Neue Bestätigung ihrer Richtigkeit glaubte ich auf den Palaos zu finden, wo meine Kenntniss sich lange auf den Norden der Inselgruppe beschränkte. Zwar konnte ich, als ich auf einer Excursion nach Kreiangel die Bank von Cossol zweimal befuhr, mich des Gedankens nicht erwehren, dass die Strömungen eine wichtige Rolle spielen mussten; aber es war erst durch das genaue Studium der südlichen gehobenen Koralleninseln, auf denen ich mich nahe drei Monate aufhielt, dass ich ihre wahre Bedeutung erfasste. Fast that ich dies mit Bedauern; denn den Vorzug, welcher der *Darwin*'schen Theorie so viele Anhänger verschafft, den nämlich, durch eine allgemeine Ursache alle und die verschiedensten Verhältnisse zu erklären, konnte ich für die meinige nicht vindiciren. Mag man nun in diesem Mangel, welcher doch eigentlich mehr aus den Umständen entspringt, als meiner Auffassung zur Last zu legen ist, einen Anlass finden die Theorie selbst für mangelhaft zu erklären; so bleibt mir ein Trost in den Worten eines englischen Schriftstellers: We are answerable for the uprightness, not for the rightness of our opinions. —

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXVIII.

Fig. 1. Entwickelung einer Foraminifere (Nummulites spec.). *a* Die innere Zelle einer ausgewachsenen Colonie mit der ersten Reihe der Tochterzellen. *b* Isolirte aus ihrer Bildungszelle genommene Mutterzelle einer neuen Colonie. *c* Rand einer geschlechtlichen Colonie, mit den in den Zellen liegenden Mutterzellen. *d* Eine neue Mutterzelle von der Seite.

Fig. 2. Zunge einer Hermaea sp., in welcher die alten gebrauchten Zähne nach hinten in eine Hülle in einer Spirale zurückgeschoben werden.

Fig. 3. Larve einer Sacculina, *a* von der Seite, *b* von oben, man sieht die 2 Augen und die 2 Klammerhaken an der Stirn.

Fig. 4*a*. Nesselpolyp des »rongehäte«. 4*b* Nesselkörper desselben.

Fig. 5. Stilet des Geonemertes pelaensis, nach Behandlung mit Kali. *a* der durch Kali aufgelöste Stiel des Stilets, dessen Höhlung nur übrig geblieben ist, *bb* musculöse Schicht des Sackes, worin dieser Stiel liegt, *c* der Ausführgang der Anhangsdrüse *d*; *e* das Stilet.

Tafel XXXIX.

Fig. 6. Hinterleibsende eines Sipunculus n. sp. mit der daran schmarotzenden Lamellibranchie.

Fig. 7. Larve eines echten Stylifer.

Fig. 8. Neue, den Charybdeidae zuzuzählende Qualle. *a* das in die Höhe stehende Velum auf welches sich Fortsetzungen des Gefässystems *b* übersetzen; *c* das Aufhängeband des Velums. *d* Die Reihe der Ausführlöcher des Geschlechtsblattes *e*; *f* das Nervenband.

Fig. 9. Zweite derselben Gruppe angehörige Species, nur die untere Hälfte gezeichnet, die Bezeichnung wie in Fig. 8. Hier fehlt das Aufhängeband des Velums, das schlaff herunterhängt.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

1.
d M. bslrs
Crl. reun
Lg. spr
c
Str. vscl
a
b
Cz Reiss

3.
c
b
a
b
a

5. A.
5. B.
2. A.

7.
b
b
a
d
c

6.
e
b
d
Sle. spr
l
Mbslr
Str. vsc
a
M. Reiss
Ppll. spr
e
M. Cort

4.
Lg. spr
a
i

Lg. spr
g
Ppll. spr. e
b
Hmls.
b
a
M. Reiss.
Pppl. spr.
e
c
Str. vscl.
e
d
f
2. B.
a
Ppll. spr.
M. Reiss.
b

Hensen u. Wittmaak del.
4. 1. 7. 6. 3. 2 B. 2 A. 5. A. B.
G. Loede sc.



Hensen u. Wittmack del. C. Laedel sc.

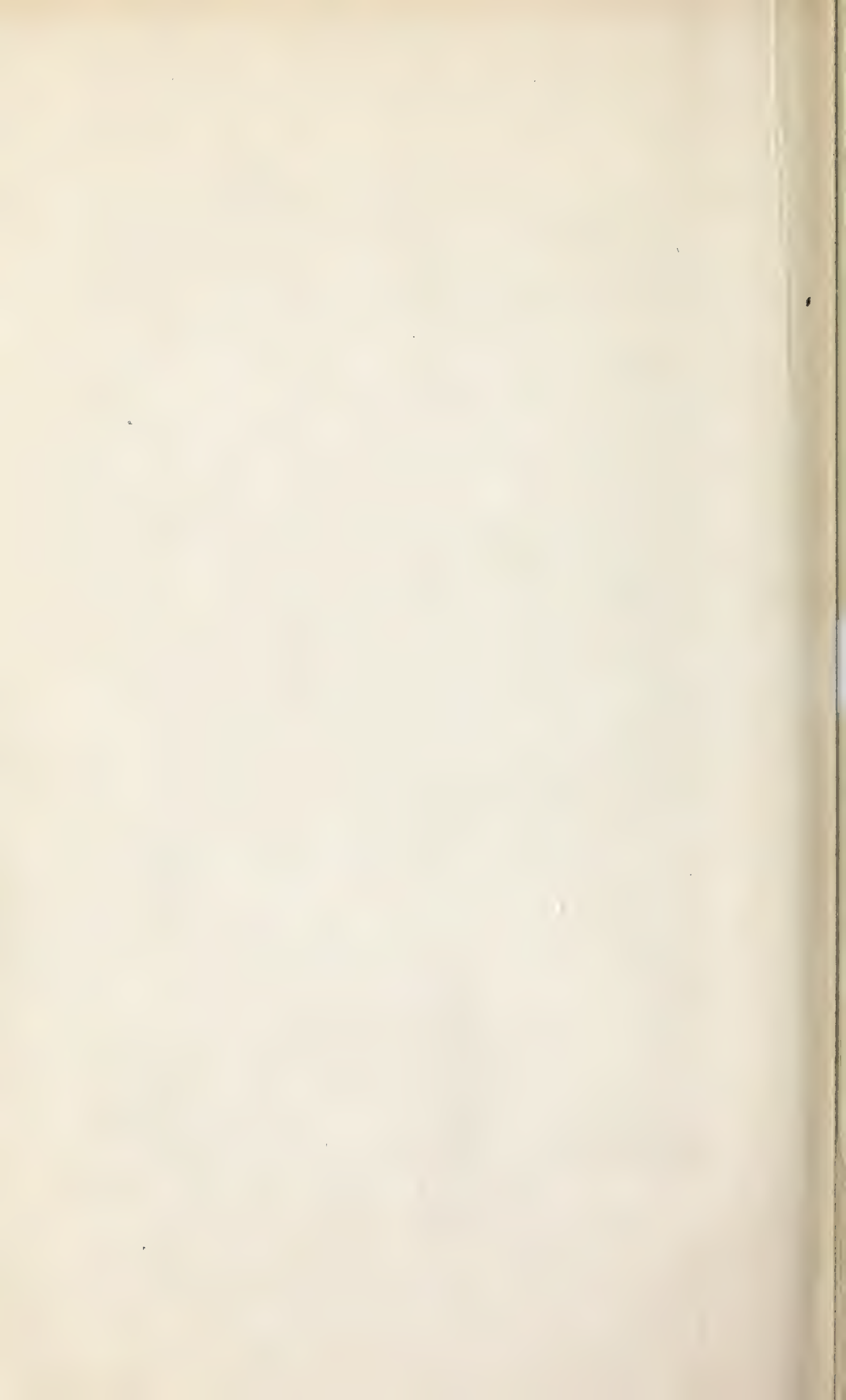
9. 11 AB. 10 A. 10 B. 15 16. 12 A 14. 13 12 B. 8.

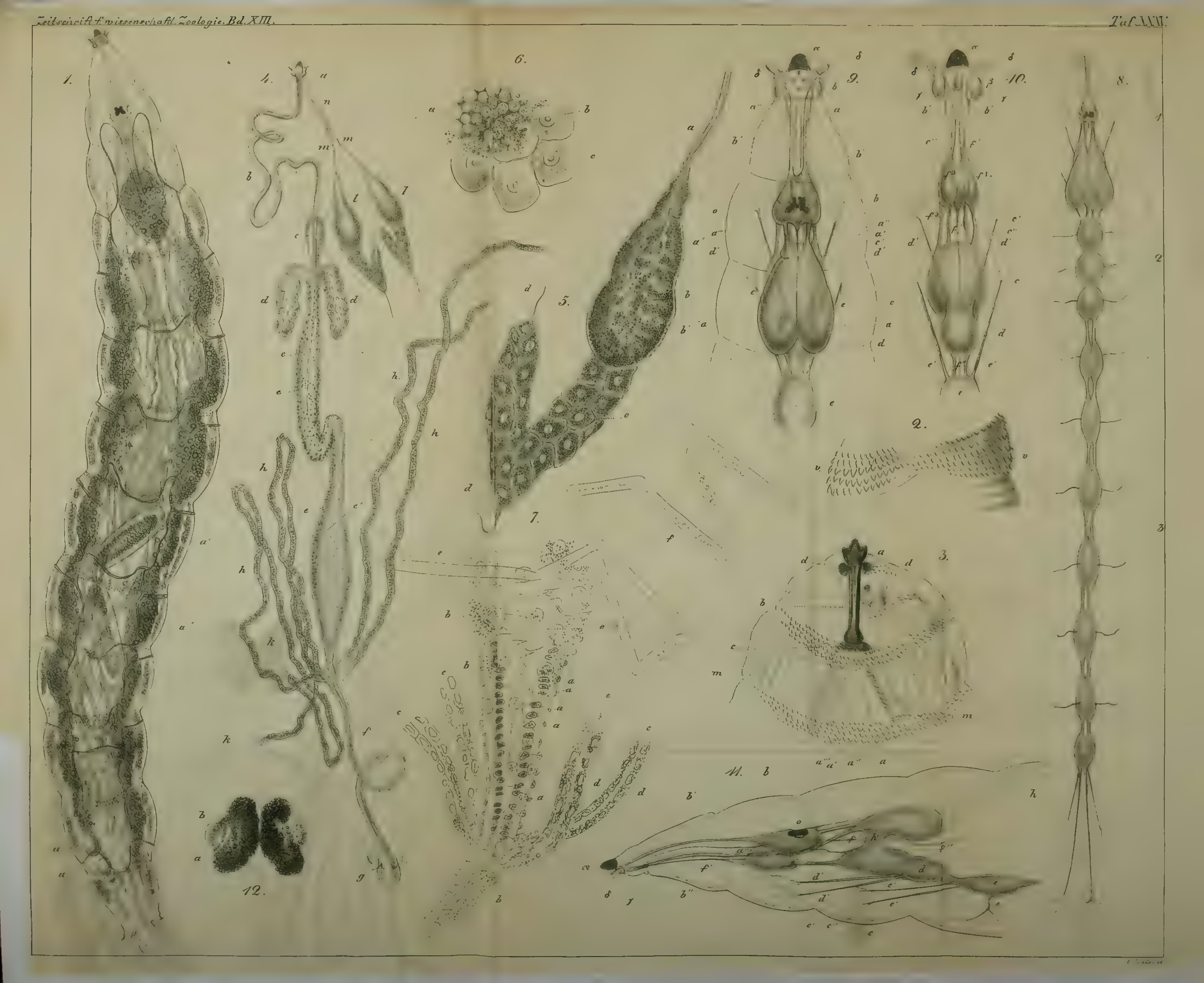


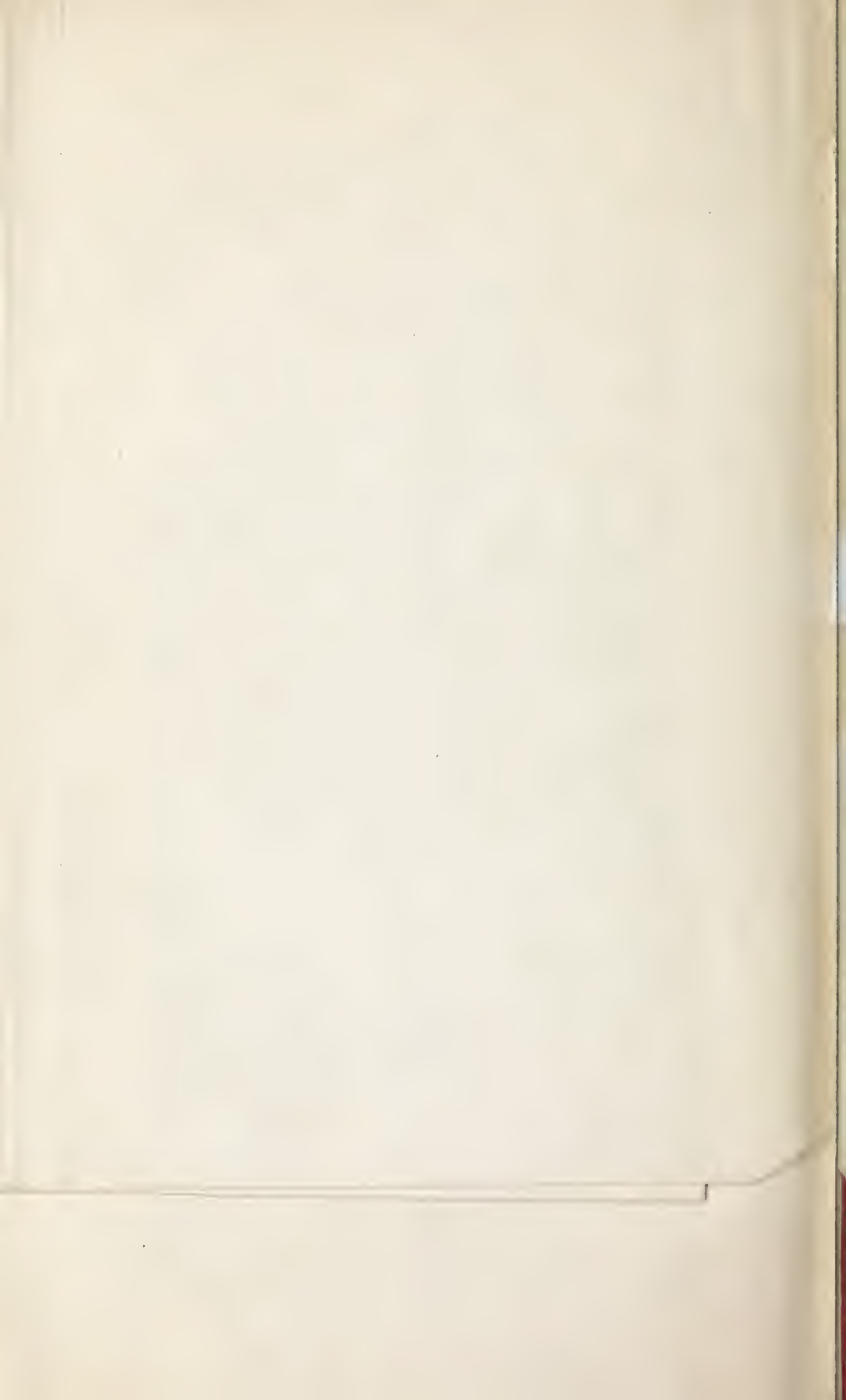


Hensen u. Wittmaack del.

19. 18. 17. 20. 24. 21 A. 25. 21.B. 22. 23.







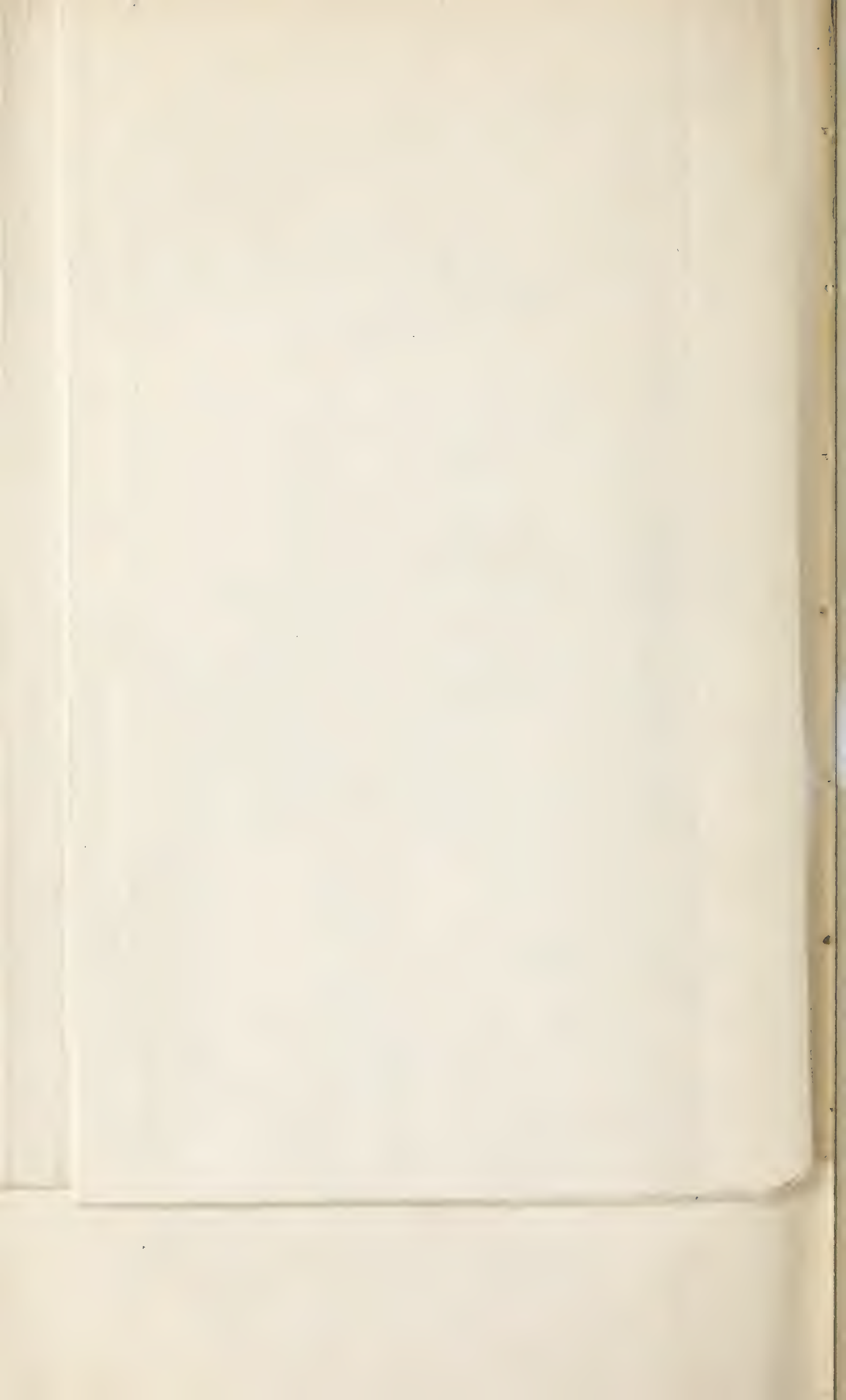
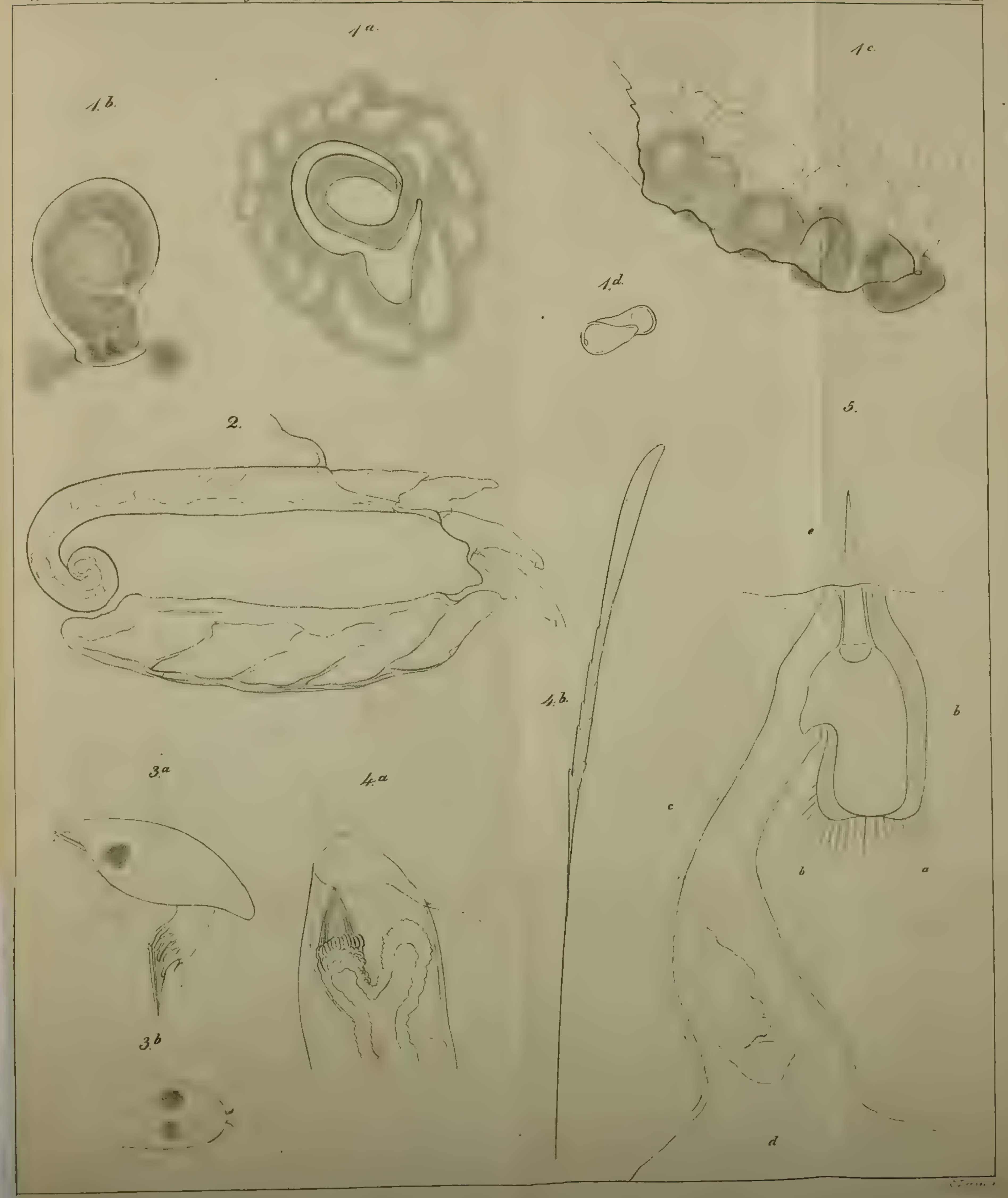



Fig. X.
Fig. III.
Fig. VIII.
Fig. V.
Fig. IV.
Fig. VII.
Fig. IX.
Fig. XI.
Fig. I.
Fig. VI
Fig. II.




1 a.
1 b.
1 c.
1 d.
2.
3 a
3 b
4 a
4 b.
5.
e
b
c
b
a
d



6.

7.

8.

d

d

e

d

f

9.

a

f

c

b

a

